
3 1761 07475992 9





Amar

MANUAL PRACTICO

DE

Hidrografía.

POR

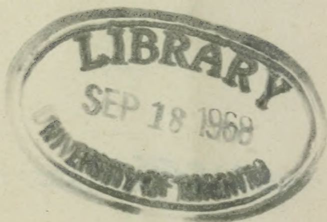
Horacio P. Mc Intosh.



VALPARAISO.

TALLERES TIPOGRÁFICOS DE LA ARMADA.

1902.



PREFACIO.

Los siguientes capítulos han sido escritos a pedido de la Direccion Jeneral de la Armada para que sirvan de guia para levantamientos hidrográficos.

En todo el curso de la obra he tratado de ser conciso, no usando mas palabras que las absolutamente necesarias para hacerme entender; i en esto, como creo que las impresiones mas fuertes i duraderas de los hombres se hacen de la manera mas corta posible, espero haber logrado éxito.

Han sido consultadas las obras siguientes:

The Annual Reports of the U. S. Coast and Geodetic Survey.

The Methods and Results of the Survey of the West coast of Lower California. (U. S. Hydrographic Office, 101).

Practical Marine Surveying, Guardiamarina (hoi teniente) H. Phelps, U. S. N.

Hydrographical Surveying, Contra-almirante W. J. L. Wharton, R. N.

The American Practical Navigator (U. S. Navy Department).

Deep sea Explorations, Commander Z. L. Tanner, U. S. N.

HORACIO P. MC INTOSH.

OFICINA HIDROGRÁFICA.—Valparaiso, diciembre 24 de 1901.



CAPÍTULO I.

IDEA JENERAL DE LAS OPERACIONES.

Un levantamiento hidrográfico se compone: de una triangulacion principal i de una secundaria o de la costa, que se apoyan sobre bases medidas con toda exactitud; de la determinacion de coordenadas jeográficas por observaciones astronómicas, i por el trasporte de la hora por cronómetros, sobre todo i con el mayor cuidado al empezar i al terminar el trabajo; de las observaciones de la declinacion e inclinacion magnética; de una serie de observaciones de las mareas; de un sistema de líneas de sondas, perpendiculares a la direccion jeneral de la costa, que deben ser recorridas por lanchas a vapor, distantes estas líneas una de otra media milla, desde la costa hasta el veril de los 30 metros; de media milla a una milla distantes una de otra desde donde termina el trabajo de las lanchas hasta el veril de 150 metros, i de una serie de líneas recorridas por botes i chalupas que llenen i completen el trabajo interior de las lanchas, para que todo el fondo de la parte levantada esté cubierta de sondas espaciadas:

90 metros	en profundidades	menores de	10 metros.
180 »	»	de 10 a 30	»
400 »	»	de 30 a 50	»
800 »	»	de 50 a 100	»
1 milla	»	de 100 a 250	»
3 »	»	de 250 a 500	»
5 »	»	superiores a 500	»

Esto naturalmente es la idea jeneral de un levantamiento mui minucioso i que debe tener la mayor exactitud posible.

Llegando al terreno del trabajo, conviene, antes de empezar el levantamiento, navegar a lo largo de la costa que va a ser

levantada, manteniéndose lo mas cerca posible sin tener que variar de rumbo mui a menudo. Los encargados de las triangulaciones principal i secundaria deben estar en cubierta, midiendo ángulos de cimas ya fijadas, ya sea por el trabajo anterior de la misma comision, o bien por algun levantamiento anterior, para fijar los que vienen enseguida con la exactitud suficiente para identificarlos, i fijando i nombrándolos en el cróquis que lleva el buque o en la carta de su trabajo anterior.

Con este objeto deberá recorrerse unas 50 millas, fondeando en la noche i continuando al dia siguiente.

De esta manera la distribucion jeneral de los puntos principales podrá desarrollarse en el cróquis, i los trianguladores podrán escojer bien las estaciones de la triangulacion. Así pueden ahorrarse muchos desembarcos inútiles.

Despues del reconocimiento del terreno, el buque deberá trasladarse al punto inicial, desembarcar al encargado de la triangulacion principal en un punto cerca del lugar desde el cual sea de mas fácil acceso el primer grupo de estaciones que se van a hacer; desembarcar tambien un oficial con ayudantes para las observaciones astronómicas, i una partida para elejir i medir una base i construir las señales en los términos de ella.

El triangulador principal, conociendo el sitio de las señales de la base, deberá medir ángulos a la base desde todas sus estaciones, i enseguida ocupar las señales de la base i tomar ángulos a todos los puntos principales, incluyendo el punto de observaciones astronómicas.

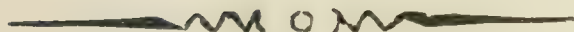
Mientras tanto el buque permanecerá fondeado, i la partida encargada de la base regresa a bordo todas las noches, quedando en tierra el observador astronómico para las observaciones nocturnas. Al mismo tiempo se instalará una escala de marea con sus observadores, i si hai algun puerto o fondeadero cerca que debe ser levantado, el triangulador secundario lo triangulará, i las lanchas i botes deberán sondarlo, independientemente del trabajo jeneral, con el cual será fácil ligarlo despues.

Habiendo terminado sus trabajos el triangulador principal, los encargados de la base i el de las observaciones astronómicas, el buque deberá dirijirse a otro punto conveniente para

la triangulacion principal i desembarcar nuevamente al encargado de ella.

El triangulador secundario se dejará en tierra, para que venga trabajando hácia el buque, colocando señales para el sondaje, fijándolas por ángulos a las estaciones de la triangulacion principal i haciendo el detalle de la costa.

Es de la mayor importancia que los dos trianguladores obren de acuerdo para que puedan tomarse ángulos de las estaciones del uno a las del otro. En cuanto lleguen a bordo deben comparar sus trabajos, hacer sus cróquis i prepararlos para el sondaje del buque i de los botes. Con esto ya se ha hecho lo suficiente para que principien las sondas, i de ahora en adelante todas las partes del levantamiento podrán ser llevadas a cabo simultáneamente.



CAPITULO II.

LOS INSTRUMENTOS.

Los instrumentos jeneralmente empleados en los levantamientos hidrográficos son: el sextante i el teodolito para medir ángulos, i con estos instrumentos se emplea el helióstato o el heliógrafo para que sea posible tomar ángulos a las estaciones que están tan lejos o fuera del alcance del anteojo, o bien que son poco visibles a causa del estado de la atmósfera. Para copiar los ángulos sobre el papel se emplea el trasportador de sondas: para los detalles se usa la plancheta o el eclímetro: para observaciones magnéticas el magnetómetro i un teodolito especial para observar azimutes, o a falta de estos se puede obtener mui buenos resultados con un teodolito ordinario i un compas de agrimensor.

EL SEXTANTE.

No hai para que entrar a describir la construccion, verificaciones, rectificaciones i uso del sextante, siendo este un instrumento tan conocido de todos los oficiales de marina. Sin embargo, el buen empleo del sextante para medir ángulos horizontales, requiere cierta práctica de parte del novicio.

Se tendrá mucho cuidado en el manejo del sextante. Es necesario especial cuidado para impedir que el agua salada dañe los espejos. Se mantendrá limpio el limbo, pasándole de vez en cuando un trapo limpio i suave empapado en una solucion débil de amoniaco. Se limpiará el tornillo de tanjencia con amoniaco, i si está duro, se le pone una pequeña gota de aceite o vaselina.

A pesar de todo cuidado los espejos de un sextante empleado en trabajo de botes se empañan mui a menudo a causa de la humedad i se hacen casi inútiles.

Sin embargo pueden ser plateados con mui poco trabajo i a costo insignificante.

Se toma un pedazo de papel de estaño perfectamente limpio i sin agujeros i de una superficie un poco mayor que la del espejo que va a ser plateado: se coloca sobre un vidrio de unas cuatro pulgadas cuadradas i se alisa bien con el dedo. En seguida se le vierte una gota de mercurio i se esparce sobre el papel de estaño con el dedo hasta que toda la superficie esté lisa i brillante.

Con cuidado se agregan unas cuantas gotas mas de mercurio hasta que la superficie del papel se ponga líquido, i se quita lijeramente cualquiera mancha o impureza grande. Se coloca una hoja limpia de papel sobre el mercurio, i sobre el papel el espejo que va a ser plateado, habiéndose asegurado antes de que el espejo está perfectamente limpio. Con una mano se carga lijeramente sobre el vidrio, i con la otra se quita el papel con todo cuidado. El papel quitará todas las manchas, i una superficie brillante i lisa debe aparecer. Si aparecen algunas burbujas de aire debajo del vidrio, se les hará correr hasta espeler el aire por las orillas. En seguida se coloca otro pedazo de vidrio por detras del espejo i se da vuelta todo el sistema. Se inclina lijeramente el conjunto para que escurra el mercurio que está demas, i con una tira de papel de estaño se absorbe. Se coloca un pequeño peso sobre el todo, i al cabo de unas seis horas se podrá cortar el esceso de papel de estaño con un cortaplumas bien afilado, i al dia siguiente las orillas i parte trasera del espejo pueden ser barnizadas con un barniz que se obtiene disolviendo lacre en espíritu de vino.

Para platear el espejo chico de un sextante, las orillas del papel de estaño deben cortarse mui derechas, sin ninguna hendidura, i debe colocarse solo la mitad del anteojo sobre el papel de estaño.

No debe perderse mucho tiempo en colocar el espejo despues de vaciado el mercurio, pues de otra manera el papel de estaño se carcomería i por lo tanto se echaria a perder.

El mercurio que sobra no debe guardarse en el frasco del mercurio limpio, puesto que contiene una amalgama de estaño i echaría a perder todo el contenido del frasco para horizonte artificial. Debe guardarse el frasco aparte, i podrá usarse cuando sea necesario platear otro espejo.

Para observaciones astronómicas con horizonte artificial debe usarse un trípode para sextante, pues, aunque un observador práctico puede operar mui bien sin él, siempre podrá observar mejor usándolo. Casi todos los fabricantes de instrumentos venden estos trípodes de varias formas.

EL TEODOLITO.

Los detalles de la construccion de los teodolitos varian segun los fabricantes, pero están todos construidos segun los mismos principios jenerales, i estos principios son bastante bien conocidos. Pasemos a describir los arreglos que hai que hacerle para las observaciones.

Estas operaciones son las siguientes:

1.° Poner vertical el eje del círculo azimutal;

2.° Colocar el retículo en el foco comun al ocular i al objetivo, i colocar el hilo vertical en un plano perpendicular al eje horizontal del anteojo;

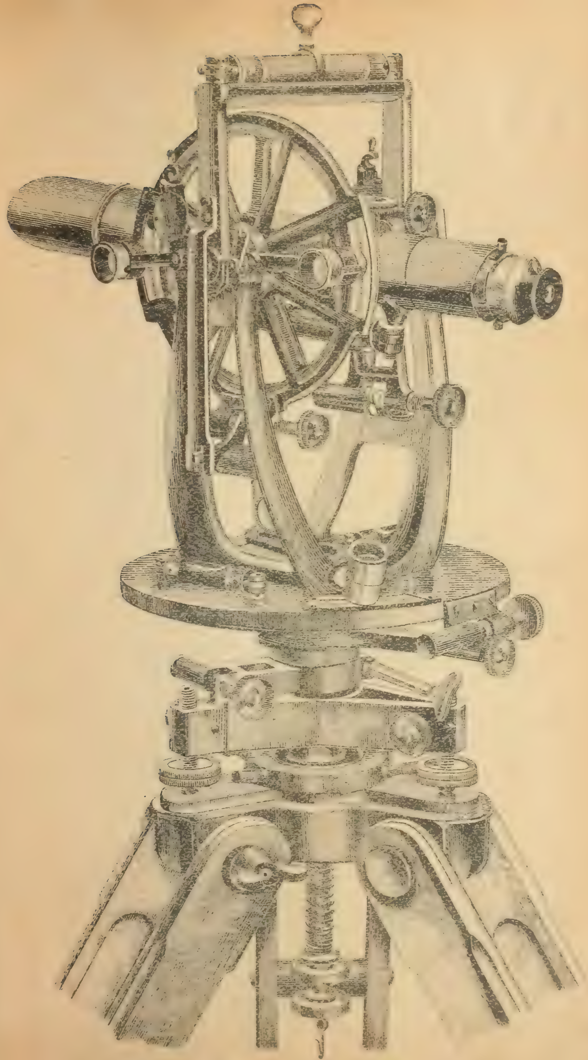
3.° Verificar la línea de declinacion del anteojo:

4.° Poner horizontal el eje del anteojo.

PONER VERTICAL EL EJE DEL CÍRCULO AZIMUTAL.

Se asegura bien el trípode en el suelo i se coloca el instrumento encima. Se nivela lo mejor posible, moviendo las patas del trípode, en seguida se jira el círculo azimutal hasta que uno de los niveles esté paralelo a la línea que une los dos tornillos de nivelacion opuestos, i por medio de estos dos tornillos se trae la burbuja del nivel al centro del tubo. Se hace jirar 180° al círculo azimutal, i si la burbuja se mantiene al centro, está bien; pero si no, se corrije la mitad del error con los tornillos ya indicados, i la otra mitad con los tornillos que lleva el nivel. Se trae el círculo a su posicion inicial i se corrije de nuevo la nivelacion. Se repite esta operacion hasta conseguir una nivelacion perfecta.

Ahora se jira el círculo hasta que el nivel ocupe una direccion que forme ángulo recto con la que antes tenia, i se lleva la burbuja al centro por medio del otro tornillo de nivelacion (o los dos si el instrumento lleva cuatro de estos), i se lleva la burbuja del otro nivel al centro por medio de los tornillos que lleva el mismo nivel.



Estando ya los niveles correjidos, se pone vertical el eje azimutal llevando las dos burbujas al centro, estando uno de los niveles paralelo a un par de estos tornillos. La bondad de la nivelacion puede ser probada jirando 360° el círculo azimutal de una manera contínua i despacio, i si las burbujas no se mueven del centro, el eje está bien vertical.

Esta operacion deberá hacerse cada vez que se instale el instrumento, i es de la mayor importancia que se haga con todo cuidado i exactitud, sobre todo al tomar los ángulos de la triangulacion principal.

AJUSTE DE LOS HILOS DEL RETÍCULO.

Se estira el ocular hacia afuera i se mueve hacia adelante o atras hasta ver bien definidos los hilos, i en seguida se enfoca un objeto distante. Se mueve el anteojo hasta cubrir o bisectar el objeto con el hilo vertical. Se mueve el ojo de un lado al otro viendo si el objeto permanece cubierto o bisectado por el hilo. Si no sucede así, hai que rectificarlo. Si el objeto se mueve hacia el mismo lado del ojo, se saca un poco mas el ocular i se vuelve a enfocar el objeto, repitiendo la operacion hasta que el objeto permanezca siempre bisectado. Si, al contrario, el objeto se mueve hacia el lado del hilo opuesto al movimiento del ojo, debe entrarse un poco mas el ocular.

Ahora tiene que colocarse el hilo vertical en un plano perpendicular al eje horizontal del anteojo. Esto se hace bisectando con este hilo un objeto bien definido, i moviendo el anteojo verticalmente hasta llevar el objeto alternativamente a la parte superior e inferior del campo de vista del anteojo. Si el objeto permanece bisectado, está bien, pero si no, se hace jirar el diafragma por medio de los tornillos que lleva con este objeto, hasta que así suceda.

AJUSTAR LA LÍNEA DE COLIMACION DEL ANTEOJO.

La línea o eje de colimacion es una línea imajinaria que pasa por el centro óptico del objetivo, perpendicular al eje de rotacion del anteojo. Para que esté ajustada, esta línea debe coincidir con la línea de mira, que es una línea que pasa por el centro del objetivo i el punto medio del hilo vertical.

Para conseguir esto, se dirije el anteojo a algun objeto bien definido i se lee la graduacion del círculo azimutal. Se invierte el anteojo, es decir, se hace jirar 180° sobre su eje horizontal i en seguida se jira 180° en azimut por medio de la lectura i se ve si el anteojo está dirijido al mismo objeto: si no es así, se lee la graduacion i en seguida se dirije el anteojo al objeto, leyendo otra vez la graduacion.

La diferencia de lectura será el *doble* del error. Se desplaza el anteojo la mitad de esta diferencia i se lleva el hilo vertical a cubrir el objeto por medio de los tornillos del diafragma. Se repite hasta hacer la correccion satisfactoriamente.

Para hacer una prueba final, se dirije el anteojo al objeto i se biseeta. Se invierte el anteojo i se anota el objeto que cae sobre el hilo en esta direccion. Se jira el anteojo 180° en azimut i se bisecta otra vez el primer objeto. Se vuelve a invertir el anteojo i se ve si el segundo objeto está cubierto por el hilo. Si no sucede esto, la cantidad que el segundo objeto está separado del hilo es *cuatro veces* el error de colimacion, i solo la cuarta parte de él se correjirá con el diafragma.

No es necesario hacer esta correccion cada vez que se instale el instrumento.

Hechas estas rectificaciones, el instrumento deberá encontrarse listo para ser usado, puesto que en casi todos los teodolitos el eje horizontal del anteojo es perpendicular al vertical por construccion. Sin embargo, cuando el instrumento lleva un tornillo para mover uno de los soportes del anteojo, el eje de jiro de éste se pondrá horizontal como sigue:

PONER HORIZONTAL EL EJE DE ROTACION.

Se nivela cuidadosamente el instrumento. Se dirije a un objeto elevado bien definido i se aseguran las planchas con los tornillos de presion. Se deprime el anteojo, dirijiéndolo mas abajo del plano horizontal del instrumento, si es posible, i se ve qué objeto está cubierto por el hilo vertical. Se invierte el anteojo, se afloja la plancha superior, se dirije de nuevo al objeto superior i se asegura nuevamente la plancha superior. Si al deprimir el anteojo el mismo objeto inferior está cubierto por el hilo, está bien. Si no lo está, se corrije la mitad del error con el tornillo del soporte.

EL HELIÓGRAFO.

Para usar este instrumento se instala en la estacion a la cual se va a tomar ángulos, i por medio del espejo se dirije un rayo de luz reflejado hacia la estacion del teodolito. El triangulador puede ver i tomar ángulos a este rayo en circunstancias en que sea difícil ver aun la estacion misma.

EL TRASPORTADOR DE SONDAS.

Este instrumento podrá ser usado para trazar o medir ángulos en una carta ya trazada, pero su uso principal es para fijar sondas.

El principio sobre el cual se funda la construccion de este instrumento es el del bien conocido problema de Pothenot, i tal vez sea oportuno entrar a discutir aquí el problema, para que se comprenda bien como deberán elejirse los puntos ya fijados para fijar el del observador.

Que el ángulo al centro de un círculo es el doble del inscrito subtendido por la misma cuerda, es un principio mui conocido de la jeometría. En la figura 1.ª adjunta, el ángulo en O subtendido por la cuerda A B es el doble del ángulo en C o D o en cualquier otro punto de la circunferencia que esté al mismo lado de la cuerda que el centro O. Así que estando en un punto D, i habiendo medido el ángulo entre los dos puntos A i B, que son conocidos i estan fijados en la carta, es seguro que el punto D está sobre algun punto de la circunferencia que pasa por A i B. Si ahora observamos un ángulo entre el punto A i un tercer punto C, podemos estar igualmente seguros de que el punto D está sobre algun punto de la circunferencia que pasa por los puntos A i C, i por consiguiente el punto D estará precisamente en la interseccion de las dos circunferencias (Fig. 2).[1]

Así que esto es lo que nos puede hacer el trasportador de las sondas; si ponemos los brazos formando los ángulos que hemos observado entre A i B, i A i C, i colocando el instrumento sobre la carta si lo movemos hasta que los tres brazos pasen exactamente por los tres puntos, es evidente que el centro del instrumento deberá cubrir el punto desde el cual medimos los ángulos, i el punto podrá fijarse en la carta claveteándolo por el agujero del centro del instrumento.

Pero hai dificultades en el camino. Si el ángulo de interseccion de los dos círculos es casi igual a un ángulo recto, dicha interseccion estará bien definida i el punto será bueno. Si, al contrario, el ángulo es mui agudo, será imposible determinar el punto exacto de la interseccion, i si usamos el trasportador de sondas, encontraremos que el instrumento podrá ser desplazado bastante, i sin embargo los tres brazos no se moverán de los puntos: por consiguiente el punto será mui malo i no merecerá confianza.

Así, es evidente que una determinacion buena o mala del punto depende de la posicion relativa de los tres puntos observados: por consiguiente, se hace necesario una buena eleccion de estos tres puntos.

Para ahorrar tiempo i palabras empezaremos por decir que el triángulo formado por las rectas que unen los tres puntos entre los cuales se miden los ángulos, se llama el *gran triángulo* i el círculo que pasa por estos mismos puntos se llama el *gran círculo.*

1.er caso.—(Fig. 3) El punto D del observador se encuentra dentro del gran círculo i dentro del gran triángulo.

Un exámen de la figura bastará para que esta condicion dé un punto escelente. Sin embargo, ocurre raras veces este caso.

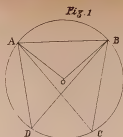
2.º caso.—(Fig. 4). Cuando el punto D del observador está dentro del gran triángulo i sobre o cerca de la línea que une dos de los objetos.

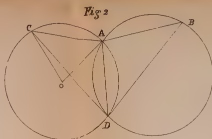
El valor de la posicion depende en gran parte de la distancia del objeto medio A. El punto está mejor definido cuando los tres objetos están casi igualmente distantes del observador. Si, al contrario, el objeto medio está mucho mas léjos o mucho mas cerca que los demas, el punto será malo, pues se puede fácilmente ver que en ambos casos la posicion del observador se acercará al gran círculo, i luego veremos que la circunferencia del gran círculo es la mas desfavorable de todas las posiciones que pueda ocupar el observador.

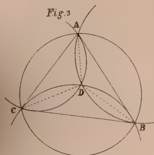
3.er caso.—(Fig. 5). La posicion D del observador se encuentra dentro del gran círculo i fuera del gran triángulo.

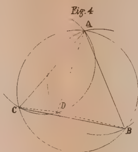
Fácilmente se ve en este caso que a medida que aumenta la distancia entre el punto medio A i el observador, disminuye el valor de la situacion por aproximarse a la circunferencia del gran círculo.

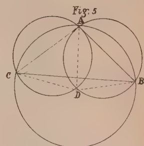
4.º caso.—(Fig. 6). El observador está sobre la circunferencia del gran círculo.

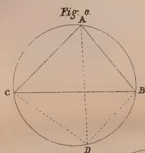

Fig. 1
A
B
O
D
C

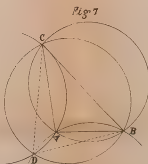

Fig. 2
C
A
B
O
D

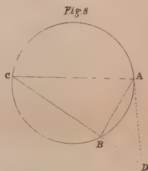

Fig. 3
A
D
C
B

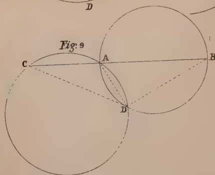

Fig. 4
A
C
D
B

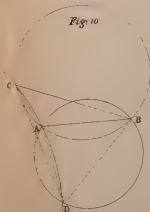

Fig. 5
A
C
B
D


Fig. 6.
A
C
B
D


Fig. 7
C
A
B
D


Fig. 8
C
A
B
D


Fig. 9
C
A
B
D


Fig. 10
C
A
B
D

Es evidente, en este caso, que las dos circunferencias que pasan por el observador coincidirán con la del gran círculo. La situacion podrá quedar en cualquier punto de la circunferencia i por consiguiente el punto queda indeterminado.

5.º caso.—(Fig. 7). El observador está fuera del gran círculo, estando el objeto medio A mas cerca que los demas. En este caso el valor de la situacion depende de los valores de los ángulos. Angulos pequeños dan malos puntos. En la figura, no solo son demasiado pequeños los ángulos, siño que tambien el observador está mui cerca del gran círculo. Si sucediera que no se tuviera ninguna otra señal disponible, i la situacion de la figura ha de emplearse, se mide ademas el ángulo entre B i C, i al fijar el punto, se traza el círculo B C D i su interseccion dará un buen punto.

6.º caso.—(Fig. 8). Dos de los objetos están enfilados por el observador.

Esto da un punto escelente, sobre todo cuando la distancia entre los dos objetos enfilados es igual o mayor que al tercer objeto o a la posicion del observador.

7.º caso.—(Fig. 9). Los tres objetos se encuentran sobre o cerca de una misma línea recta.

Este es el caso mas frecuente que ningun otro. Da una buena situacion cuando el objeto del centro no está mucho mas cerca del observador que los otros dos. Ahora bien, sucede a menudo que el objeto del centro es mucho mas cercano i no se puede recurrir a otros objetos. Los dos círculos casi tanjentearán i habrá que recurrir al tercer círculo como en el 5.º caso.

Cuando el objeto del centro se separa mucho de la línea recta, tenemos el 3.º o el 5.º caso.

De lo anterior se deduce que al elejir señales a las cuales hai que tomar ángulos deberán evitarse dos cosas: ángulos pequeños i el gran círculo. Como regla jeneral, los ángulos no deberán ser menores de 30° ni mayores de 120°.

Sin embargo, hai un caso en que es admisible un ángulo pequeño (véase la figura 10). Es una modificacion del 5.º caso, en que una de las señales estremas está mucho mas distante que cualquiera de las otras dos. En este caso se obtiene una buena situacion con un ángulo pequeño. El ángulo B D A no debe ser menor de 30° ni mayor de 120°. En cuanto al ángulo A D C, no tiene gran importancia su valor.

CAPITULO III.

LAS SEÑALES.

Las señales que se usan para marcar las posiciones que deberan ser fijadas en la carta, varian mucho, tanto en su construccion como en el material empleado. Donde sea posible, es mejor servirse de las señales naturales, como ser picachos, árboles notables, casas, torres, chimeneas, en una palabra, cualquier objeto bien definido que pueda ser fácilmente reconocido desde distintas direcciones. Sin embargo, es raro encontrar número suficiente de señales naturales convenientemente colocadas para una triangulacion, i habrá que suplir esta deficiencia con algunas señales artificiales.

Para esto, no hai nada tan bueno ni tan barato como la lechada de cal. Se puede blanquear con cal casi cualquier cosa de manera que la mancha resulte una buena señal; troncos de árboles, esquinas de casas, chimeneas, etc.

Astas de madera con banderolas pueden colocarse casi en todas partes. En lugares donde los árboles crecen mui tupidos hasta la misma orilla del agua, se puede estender i asegurar a las ramas un pedazo de lona o jénero. Mui a menudo los pescadores i otros se roban esta clase de señales i resulta un gran inconveniente, pues al momento de usar la señal se encuentra con que no existe. Este robo de señales puede evitarse en gran parte, haciendo una cantidad de agujeros en la lona i cosiendo las orillas de los agujeros para que no se rompa con el viento. La lona asi preparada servirá mui bien para señales, pero será inútil para los pescadores.

Las banderas siempre serán blancas si han de proyectarse sobre fondo verde, i rojas si sobre el cielo.

En las estaciones de la triangulacion principal o donde las señales deben tener un carácter mas o menos permanente, la construccion deberá ser mas sólida.

Señal



Senal de tripode en el suelo listo para levantarlo,

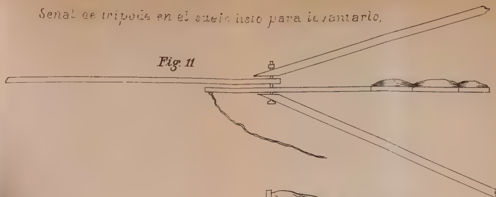


Fig. 12

Una señal mui buena se compone de cuatro barrotes de 25 m m × 50 m/m i de 6 m de largo. Estos se juntan como indica la figura, por medio de un perno de 12 m m como 30 c/m de largo, que lleva cabeza en un estremo i un hilo largo con tuerca en el otro. La bandera que tiene una superficie de 2 mts. cuadrados se asegura a la asta por medio de listones que aseguran la relinga contra la asta. La otra estremidad de la asta lleva un cambo de 7 metros de largo que sirve para levantar la asta. Si los tres lados del trípode deben llevar tablas, se necesitarán 15 de un largo medio de 3 mts. i unas 5 o 6 libras de clavos de 7 c/m de largo. Para asegurar la señal levantada, despues de parar el trípode, se le dá igual abertura a las patas i se hacen agujeros en el suelo para enterrarlas.

Se clavan dos tablas cortas a los costados de cada talon i sobre estas se pone una tabla a cada lado, formando una plataforma sobre la cual se echa la tierra i piedras. En lugares donde reinan vientos fuertes, se ponen retenidas en la cabeza del trípode, asegurados a estacas convenientemente clavadas en el suelo.





CAPÍTULO IV.

MEDIDA DE LA BASE.

Para que se puedan conocer las distancias entre los distintos puntos de la triangulacion, es necesario primero conocer uno de los lados de uno de los triángulos, i este se encuentra midiéndolo con mucha exactitud.

No siempre es necesario medir la base antes de empezar con el resto del trabajo, aunque jeneralmente es conveniente medirlo antes. Se puede hacer una buena carta tomando cualquier lonjitud para el lado del primer triángulo, pero la escala de la carta dependerá de la medida final de la base.

El *terreno* debe ser lo mas horizontal que se pueda encontrar. La *lonjitud* debe depender de la estension del levantamiento que se apoya contra él. La *direccion* debe ser tal que los primeros triángulos sean buenos i no demasiado numerosos. Las estremidades de la base deberán ser visibles el uno del otro, i tambien del mayor número posible de las demas estaciones de la triangulacion principal.

La *manera* de medir la base dependerá en gran parte del tiempo disponible, de la naturaleza del suelo, i del grado de exactitud que se necesite en el trabajo.

La manera mas sencilla i fácil es medir la base con una cadena o una cinta de 30 metros, o con una lonjitud dada de alambre; pero el terreno tiene que ser plano si se desea tener medida exacta. Una parte de una playa de arena es la mejor. El método de medir la base con cinta o cadena es bastante bien conocido. Debe recordarse que es preciso medir sobre una línea recta, i para hacer esto se usa un teodolito o un taqueómetro para la alineacion.

El método mas exacto de medir una base es con reglas i cinta de acero, pero necesita de mas tiempo i un personal mayor. Con este se mide la distancia horizontal, i las desi-

gualdades del terreno no afectan el resultado. El equipo necesario para medir una base por este método, es el siguiente: cuatro tablillas o reglas triangulares, cada una de 8 metros de largo, i que tengan por seccion transversal un triángulo equilátero de 75 m/m por lado. Deben ser perfectamente rectas, i si han de estar mucho tiempo a bordo, se estirarán mui bien para evitar torsiones.

Veinticuatro barras de fierro de distintas lonjitudes, variando entre 45 c/m a 1.5 m. con un diámetro de 12 m/m, aguzadas en los estremos inferiores i con horquilla para que calcen las reglas en su estremo superior; una cinta de acero cuidadosamente marcada; una cantidad de estacas, cada una de 25 m/m cuadrados, i de 20 c/m de largo, con un clavo de cobre en la cabeza de cada estaca, i una cruz en la cabeza de cada clavo; dos plomadas con puntas afiladas i con sus correspondientes hilos; un dinamómetro de 24 libras; dos astas pequeñas con banderas. 60 metros de piola gruesa; un teodolito, i un nivel de bolsillo.

El personal como sigue: Cuatro individuos para llevar las reglas, cada uno provisto de un martillo o mazo i un pedazo de madera de la forma de las horquillas, para poder clavar las barras en el suelo sin doblar o romper las horquillas; cuatro mas para llevar los atados de estacas, canasto con la comida, etc; un oficial i un ayudante en cada estremo de la cinta, i un oficial para conservar la alineacion.

Total, 13 personas.

Habiéndose colocado las señales estremas de la base elejida i marcado los centros de las estaciones, se instala i nivela el teodolito en la primera estacion, i, alineado por el teodolito, se coloca una de las banderas como a 40 metros de la estacion. Se clava una varilla de fierro inmediatamente detras de la estacion i se amarra un chicote de la piola a esta varilla, i se teza entre la varilla i la bandera.

En seguida se colocan las reglas a tope al lado derecho de la piola. Esto indicará mas o menos dónde vendrá a caer la marca de los 30 metros. Se clava una horquilla como un metro delante de la estacion, i otra como a 1.5 metro al lado de acá de la marca de los 30 metros. Estas horquillas se clavan verticales i tocando la piola. El oficial que está en la 1.ª estacion coloca el nivel de bolsillo en la primera horquilla, i la

segunda se saca o se mete hasta que las dos horquillas están en una misma línea horizontal.

En seguida se pone la piola, bien teza en estas horquillas, lo que da inmediatamente una línea horizontal. Los encargados de las reglas clavan las horquillas para sus reglas, tres horquillas por regla, clavándolos verticalmente debajo de la piola hasta que las horquillas esten al mismo nivel i cuidando de no echar a un lado la piola al colocar sus horquillas.

En seguida se larga la piola de la 1.ª varilla i se aduja; se colocan las reglas en las horquillas de manera que la primera regla sobresalga hacia atras como un metro de la estacion, i las demas en sucesion, colocándolas bien a tope. Encima de las reglas se pone la cinta, los individuos a lo largo de la línea sosteniéndola lijeramente. El oficial de atras pone su plomada en los 30 metros i la pone de manera que la plomada esté exactamente sobre el centro de la estacion i casi tocándola.

El oficial de la otra estremidad de la cinta engancha el dinamometro al anillo de la cinta, hace una lijera presion, coloca la plomada en el cero de la cinta i arria la plomada hasta el suelo.

Su ayudante clava una estaca en el punto donde cae la plomada. En seguida el oficial baja la plomada hasta la estaca teniéndola en su mano derecha. Entonces da el *atencion* al oficial de atras para que éste no largue la cinta, i con la mano izquierda tira del dinamómetro hasta que marque unas 10 o 12 libras, fijándose bien que la cinta esté derecha, i el ayudante, moviendo la estaca, lleva la cruz del clavo exactamente debajo de la plomada a lo que ésta deje de moverse.

Hecho esto, grita *Listo*, i se lazcan de ambos estremos de la cinta. Se levanta la cinta i se deja en el suelo, *a la izquierda* de la línea.

Los dos oficiales anotan una tirada en sus libretas. El oficial que va adelante amarra un chicote de la piola a la última horquilla cerca de la estaca, i llevándose la bandera i la piola, sigue hacia adelante, en la alineacion dada por oficial en el teodolito.

Los encargados de las reglas, sacan éstas de las horquillas, cada uno levanta dos de las horquillas de su regla, i la horquilla delantera de la regla que sigue a retaguardia. Esto es

porque el hombre delantero deja una horquilla cada vez, cuya horquilla se trae por el último hombre despues de la tirada siguiente.

En seguida se llevan las reglas, manteniéndose unos dos metros a la derecha de la línea, i al llegar la última regla a la estaca que ha dejado el oficial delantero, la deja caer, i los otros dejan caer sus reglas en sucesion cuando la estremidad trasera está a la cuadra de la estremidad delantera de la regla anterior.

Mientras tanto los dos ayudantes se traen la cinta, manteniéndose a unos dos metros a la izquierda de la línea i la largan cuando el anillo trasero de la cinta esté a la cuadra de la estaca.

Los ayudantes andan siempre a la *izquierda* de la línea, i los encargados de las reglas *a la derecha*, para no entorpecerse unos a otros: i, hasta que la piola esté nuevamente estirada i asegurada, todos se mantendrán claros de la línea para que el oficial con el teodolito pueda rectificar la alineacion.

En cuanto está teza la piola se clavan la primera i la última horquilla, se nivelan como anteriormente, i sigue el trabajo como ya se ha descrito.

Hemos sido tan minuciosos en describir cada paso de la operacion porque debe observarse sistema i órden para evitar confusion i atrasos enojosos.

Con un poco de práctica el personal podrá pasar por todas las operaciones sin ningun tropiezo.

Hai que fijarse bien que la piola estirada entre las dos horquillas debe quedar clara del suelo, i que se usen horquillas mas o menos largas segun sea necesario.

Tal vez a veces será necesario cavar un pequeño canal por la cumbre de una loma, para que se pueda tener la línea horizontal.

Esta clase de trabajo lo hacen los cuatro cargadores jenerales, quienes tambien aclararán otros obstáculos como matorrales, arbustos, etc. Si fuese necesario podrá aumentarse el número de estos cargadores.

Cada 100 metros se marcará por una estaca larga, colocada a un lado de la línea i a corta distancia.

Al cambiar las reglas hai que tener cuidado de no mover las estacas; cada estaca se deja en su punto. Tambien podrá verificarse el número de tiradas contando las estacas.

Al medir en sentido inverso úsese una nueva partida de estacas. Dos medidas de esta manera serán suficientes para cualquier base.

Cuando los que van midiendo estén tan lejos del teodolito que no se distinguen bien las señales del oficial, se correrá el teodolito i se instalará en uno de los lugares que fueron ocupados por las banderas.

No se debe instalar sobre una de las estacas, porque éstas no están exactamente en la línea sino que a un lado una cantidad igual a mas o menos la mitad del ancho de la regla.

BASE QUEBRADA.

Sucederá a menudo que la naturaleza del terreno no permita medir una línea recta del largo conveniente, pero permite medir dos o mas estensiones de manera que los ángulos que forman son mui obtusos, los estremos estando suficientemente apartados para que formen una buena base. Los estremos de todas las distintas partes deben ser visibles entre sí, i cada parte se medirá con todo cuidado. Se medirá tambien con la mayor exactitud posible los ángulos en cada punto. Entonces podrá calcularse el largo de la base por las siguientes fórmulas de la trigonometría plana.

$$A\,C - A\,D = 2\,A\,C\,\mathrm{sen}^2\,\tfrac{1}{2}\,A$$

$$B\,C - B\,D = 2\,B\,C\,\mathrm{sen}^2\,\tfrac{1}{2}\,B$$

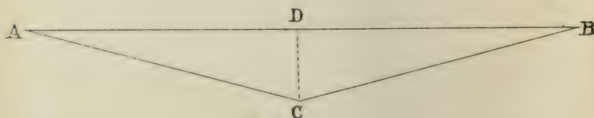


Fig. 13

Cuando los ángulos A i B no son mayores de 6° como frecuentemente sucede, podemos poner $\frac{1}{2}$ A sen 1′ en vez de sen $\frac{1}{2}$ A, i, A i B estando espresado en minutos, no habrá error apreciable. Las fórmulas entonces se hacen

$$A\,C - A\,D = A\,C \times A^2 \frac{\text{sen}^2\ 1'}{2}$$

$$B\,C - B\,D = B\,C \times B^2 \frac{\text{sen}^2\ 1'}{2}$$

entonces A i B estando espresado en minutos

$$A\,C + B\,C - (A\,C - A\,D) - (B\,C - B\,D) = A\,B$$

En el levantamiento último de Quinteros, fué necesario medir cuatro porciones consecutivas para que la base tuviera la lonjitud para que fuera bueno el ángulo de la punta opuesta, Punta Liles. La figura i el cálculo siguiente pondrán en evidencia el método.

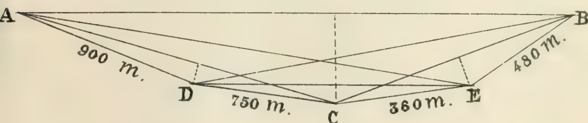


Fig. 14

D C E =	173°	04′	22″
E D C =	2	11	42
D E C =	4	40	56
	180	00	00

A D C =	167°	52′	47″
A C D =	6	36	53
D A C =	5	30	20
	180	00	00

B E C =	174°	23′	02″
B C E =	3	12	47
C B E =	2	24	11
	180	00	00

A C B =	163°	14′	42″
A B C =	11	06	13
B A C =	5	39	05
	180	00	00

B C D =	169°	51′	35″
D B C =	4	46	45
B D C =	5	21	40
	180	00	00

A C E =	166°	27′	29″
A E C =	11	06	58
C A E =	2	25	33
	180	00	00

A D B =	162°	31′	07″
A B D =	6	19	34
B A D =	11	09	19
	180	00	00

A E B =	163°	16′	04″
A B E =	13	30	30
B A E =	3	13	26
	180	00	00

A D E =	165°	38′	05″
D A E =	7	55	53
A E D =	6	26	02
	180	00	00

B E D =	169°	42′	06″
D B E =	7	10	56
B D E =	3	06	58
	180	00	00

En seguida se calculó como sigue:

△ A D C

A D=900 m D A C=330′3

$\log \frac{\text{sen}^2 1'}{2}$	=	$\bar{8}.62642$
log. 900	=	2.95424
2 log. 330′ 3	=	5.03782
4.154 log.		0.61848

900
750
———
1650
8.495
———
1641.505=A C

△ A D C

D C=750 D C A=369′9

		$\bar{8}.62642$
log. 750	=	2.87506
2 log. 369′9	=	5.13616
4.341	log.	0.63764

4.341
4.154
———
8.495=Exceso

△ B E C

C E=360 B C E=192′8

log. constante	=	$\bar{8}.62642$
log. 360	=	2.55630
2 log. 192′8	=	4.57022
0.5661	log.	$\bar{1}.75294$

360
480
———
840
0.9884
———
839.0116=B C

△ B E C

B E=480 C B E=144′2

		$\bar{8}.62642$
log. 480	=	2.68124
2 log. 144′2	=	4.31794
0.4223	log.	$\bar{1}.62560$

0.4223
0.5661
———
0.9884=Exceso

△ A B C	△ A B C
A C = 1641.505 C A B = 339'1	B C = 839.0116 ½ A B C = 5° 33' 06''5
log. constante = $\overline{8}.62642$	log. 839.0116 = 2.92377
log. 1641.505 = 3.21524	log. 2 = 0.30103
2 log. 339'1 = 5.06066	2 log. sen ½ A B C = $\overline{3}.97124$
7.896 = log. 0.90232	15.705 log. 1.19604
1641.505	7.896
839.011	23.601 Exceso
2480.516	
23.601	
2456.915 A B	

Se puede tambien proceder calculando D E como anteriormente, i en seguida calcular las proyecciones de A D, D E i E B sobre A B. La proyeccion de D E sobre A B es igual a su proyeccion sobre una línea que pase por D o por E paralela a A B; i el ángulo entre estas dos líneas es 180°— (D E B + A B E).

B A D =	11°	09'	19"	A B E =	13°	30'	30"
A D E =	165	38	05	D E B =	169	42	06
	176	47	24		183	12	36
	180	00	00		180	00	00
	3	12	36		3	12	36

A D=900, B A D=11°09'19" D E=1108.22 3° 12' 36"=192'6 B E=480, A B E=13°30'30'

17	constante	=	$\bar{8}$.62642	
1.739	log. 1108.22	=	3.04463	
13.280	2 log. 192'6	=	4.56932	13.280
32.019	1.739	log.	0.24037	

```
  900
1108.22
 480.00
-------
2488.22
  32.019
-------
2456.201 =A B
2456.915
-------
2)4913.116
-------
2456.558 =Valor medio
```

BASE INTERRUMPIDA POR UN RIO O QUEBRADA.

A veces sucederá que el mejor lugar para una base está atravesado por un rio o quebrada demasiado profunda i ancha para que pueda medirse con la cadena, la cinta o el alambre. En un caso como este (véase la figura 15), habiendo medido la distancia A C, se manda un ayudante para que coloque una pequeña estaca u otra marca al otro lado de la quebrada, en B, colocándola cuidadosamente en la prolongacion de A C, por medio del teodolito.

En seguida se instala el teodolito en C i se traza C D, formando ángulo recto con A C i en esta direccion se mide cuidadosamente una distancia C D que será lo mas aproximada que se pueda a la distancia C B. Entonces se instala el teodolito en D i se miden los ángulos C D A i C D B, i la distancia C B podrá calcularse del triángulo rectángulo B C D. Poniendo el teodolito en A i midiendo el ángulo C A D se podrá verificar el largo medido D C. Habiendo pasado al otro lado de la quebrada, se mide el ángulo C B D para verificar la distancia B C. Si fuera imposible medir una

lonjitud en direccion perpendicular a A C, se podrá medir en una direccion oblicua, i el lado B C podrá calcularse en funcion del lado medido D C i de los ángulos en D i en C. En seguida, conociéndose la distancia B C, podrá continuarse la linea en la direccion B E hasta donde se desee.

MEDIDA DE UNA BASE POR LA ALTURA ANGULAR DEL PALO.

Puede suceder que en el estudio de un puerto, el tiempo u otra circunstancia no permita medir una base por los medios ordinarios. En este caso la altura angular del palo podrá usarse para determinar la distancia entre el observador i el palo; i ángulos simultáneos desde el pié del palo i desde la posicion del observador en tierra, servirán para fijar otros puntos. El observador, colocado en tierra en A (véase figura 16) desde donde puede medir la altura de su ojo sobre el mar, observa con sextante o con teodolito el ángulo entre la perilla mayor i la flotacion. Si se usa el sextante i el ángulo es pequeño, menor de 5°, deberá medirse a ambos lados del 0° del limbo, se tomará la media i se determinará cuidadosamente el error instrumental. Si se usa teodolito (con círculo zenital) se medirá el ángulo con el anteojo directo i en seguida con el anteojo invertido i se tomará la media. Del plano del buque se obtiene la altura de la perilla sobre la flotacion o sobre cualquier otro punto que se haya tomado, i habiéndose determinado la altura del ojo, la distancia horizontal entre el observador i el palo se detèrminará como sigue:

D C (véase figura 16) representa el palo del buque i A el ojo del observador.

$$D\,C = \text{altura del palo} = H$$
$$B\,D = A\,E = \text{altura del ojo} = h$$
$$\gamma = \text{ángulo observado}$$
$$\alpha = C\,A\,B$$
$$\beta = D\,A\,B$$
$$\gamma = \alpha + \beta, \text{ i } B\,C = H - h$$
$$B\,A = D\,E = x = \text{la distancia pedida}$$
$$B\,C = H - h = x \text{ tanj. } \alpha \qquad (1)$$
$$B\,D = h = x \text{ tanj. } \beta \qquad (2)$$

Dividiendo el (1) por el (2)

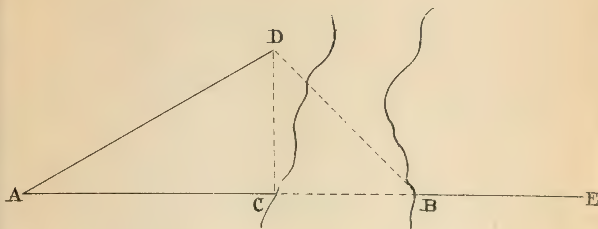


Fig. 15

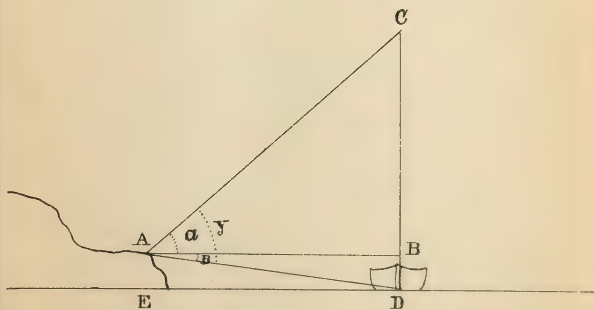


Fig. 16

$$\frac{H-h}{h}=\frac{\text{tanj. } a}{\text{tanj. } \beta}=\frac{\text{sen } a \cos \beta}{\text{sen } \beta \cos a}=\frac{\text{sen } (a+\beta)+\text{sen } (a-\beta)}{\text{sen } (a+\beta)-\text{sen } (a-\beta)}$$

$$(H-h) \text{ sen } \gamma-(H-h) \text{ sen } (a-\beta)=h \text{ sen } \gamma+h \text{ sen } (a-\beta);$$

$$\text{sen } (a-\beta)=\frac{H-2h}{H} \text{ sen } \gamma \quad (3)$$

$$\frac{\gamma+(a-\beta)}{2}= \quad a \quad (4)$$

$$x=(H-h) \text{ cotanj } \quad a \quad (5)$$

Cualesquiera que sean las relaciones entre H i h, o entre H i x, estas fórmulas darán el valor exacto de x.

Cuando H $< h$, a se considerará negativa i se tendrá cuidado con los signos.

OTROS MÉTODOS

Se pueden medir bases, contando el número de divisiones de una regla graduada interceptadas entre dos hilos paralelos de un anteojo, o midiendo el ángulo subtendido por una percha de largo conocido; pero en estos métodos el error en lonjitud debido a un pequeño error de observacion es demasiado grande para que puedan servir sino en levantamientos de corta estension.

Si dos puntos pueden elejirse que sean visibles el uno del otro, casi en el mismo meridiano i separados unas 20 o 30 millas, se puede calcular la distancia entre ellos observando cuidadosamente sus latitudes i sus azimutes verdaderos recíprocos, i reduciendo la diferencia en latitud al círculo máximo que une los dos puntos.

Ademas se pueden medir bases, observando el tiempo que emplea el sonido en recorrer la distancia entre dos puntos. La velocidad del sonido varía con la temperatura, pero ordinariamente recorre como 335 metros por segundo, i es evidente que las medidas de esta clase no son sino aproximadas.

Si se usa este método, las observaciones deberán repetirse varias veces, i el cañon se disparará en cada estremo de la base i se tomará la media de todos los resultados.

CAPITULO V.

LA TRIANGULACION PRINCIPAL.

La triangulacion principal se compone de una série de puntos o estaciones, determinados por ángulos que han sido cuidadosamente medidos, formando una série de triángulos que cubre toda la superficie del terreno que se va a levantar. Estas *estaciones principales* deberán elejirse con mucho cuidado. Cada punto debe ser visible desde a lo menos otros tres i mas si es posible. Los triángulos serán tan poco numerosos como sea compatible con la naturaleza del terreno, i se evitarán todos ángulos menores de 30°.

Las estaciones secundarias son aquellas desde donde se toman ángulos para fijar los puntos pequeños i detalle del terreno. Naturalmente estarán mas juntos que las estaciones principales i a menudo no servirán para ningun otro objeto.

Cada estacion principal debe estar permanentemente marcada de alguna manera u otra, ya sea por un monton de piedras, estacas, etc. Un rejistro con el nombre de la estacion, fecha de su ocupacion i el nombre del buque debe ser lacrado en una botella i enterrado en el centro de la estacion. Como es importante que los angulos de la triangulacion principal sean medidos con toda exactitud, se usará de los mejores instrumentos. Un teodolito de repeticion siempre es conveniente.

Hemos dicho que en la triangulacion principal deberán evitarse todos los angulos menores de 30°. Hai, sin embargo, un caso en que un angulo menor sea admisible, pero aun entonces deberá medirse con el mayor cuidado i se tomarán todas las precauciones en cada detalle.

En la figura 17, (tomada de la triangulacion de la California Baja), los puntos A i B son dos cerros de casi la misma altura i situados de tal manera, que B no era visible desde el norte ni A desde el sur.

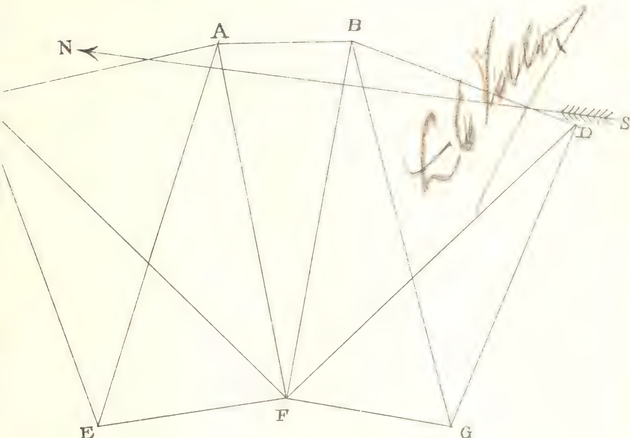


Fig. 17

En este caso se calculó con cuidado el lado A F, i los lados A B i F B se calcularon de los ángulos B A F i A F B; i el cerro B está fijado por la interseccion, casi bajo ángulo recto de las líneas A B i B F. El ángulo pequeño A F B no es por consiguiente un ángulo usado para fijar el punto F. Para verificar la exactitud de esto, si es posible, se forman los triángulos E C A i E A F, etc., i ademas de los ángulos en A i en E, se miden los dos ángulos en F i en C i su suma. Entonces se podrá calcular a A F de A C E i E A F o de E C F i C F A.

Hacer una estacion significa instalar el teodolito en la estacion de manera que el hilo a plomo caiga exactamente sobre su centro, i en seguida, habiendo arreglado el instrumento como se ha esplicado, tomar ángulos a todos los objetos

notable que estén a la vista. Hai que hacer esto bien, llevando un rejistro cuidadoso, para que no se tenga que hacer la misma estacion de nuevo.

Se instala el teodolito en la estacion, abriendo las patas del trípode para que el instrumento quede a una altura conveniente para el observador. Se nivela i verifica cuidadosamente. Se pone el vernier A en 0° i se asegura la *plancha superior*. Se afloja la *plancha inferior* i se dirije el anteojo a una de las señales que se ha elejido como cero o sea el «Orijen» de los Ángulos.»

El cero será siempre, si es posible: una de las estaciones principales. No debe estar damasiado cercano ni tan lejano que no se vea definido en un dia caluroso. No debe ser un pico alto que posiblemente puedan cubrirlo las nubes. Sin embargo deberá ser, donde es posible, alguna señal natural, algo que sea permanente. El signo convencional para designar una estacion principal es △. Ademas de esto, el cero u orijen de los ángulos deberá tener otro signo distintintivo, i este es jeneralmente ⊕. Asi que al anotar las señales se pone el nombre y el signo asi. Pico △. Si esta estacion es ademas el *orijen*, se pondrá ⊕ Pico △.

TOMAR LOS ÁNGULOS

Habiéndose escojido el *orijen* i bisectado con el hilo vertical del anteojo, asegurándose de que el vernier está en 0°, se afloja la plancha superior y se dirije el anteojo al primer objeto de la derecha, se asegura la plancha i se bisecta por medio del tornillo de tanjencia. Se leen los dos vernier i se apunta el ángulo en la libreta. En seguida se afloja la plancha superior, se dirije el anteojo al objeto que sigue a la derecha, se asegura la plancha, se bisecta, se leen los dos vernier, i se apunta el ángulo como anteriormente.

I asi sucesivamente hasta haber observado todas las estaciones i objetos notables que estén a la vista, cuidando en toda la operacion *de no mover la plancha inferior*. Cuando se ha tomado todos los ángulos, es preciso volver a bisectar el *orijen* para ver si aun está en 0°. Si no está, hai que repetir toda la operacion de nuevo.

En seguida se invierte el anteojo i se principia de nuevo. Esto eliminará la mayor parte de los errores instrumentales i descubrirá cualquier error de lectura cometido en la primera vuelta. Jeneralmente los minutos i segundos de un ángulo estarán bien, porque ordinariamente se leen con el mayor cuidado. Sin embargo es mui fácil cometer un error de 5° o 10° en la lectura de un ángulo.

Para que los errores sean los menores posibles, se observan las estaciones tan cerca de sus bases como sea posible. De vez en cuando se examinarán los niveles para asegurarse que el instrumento está nivelado i se tendrá cuidado de no empujarlo.

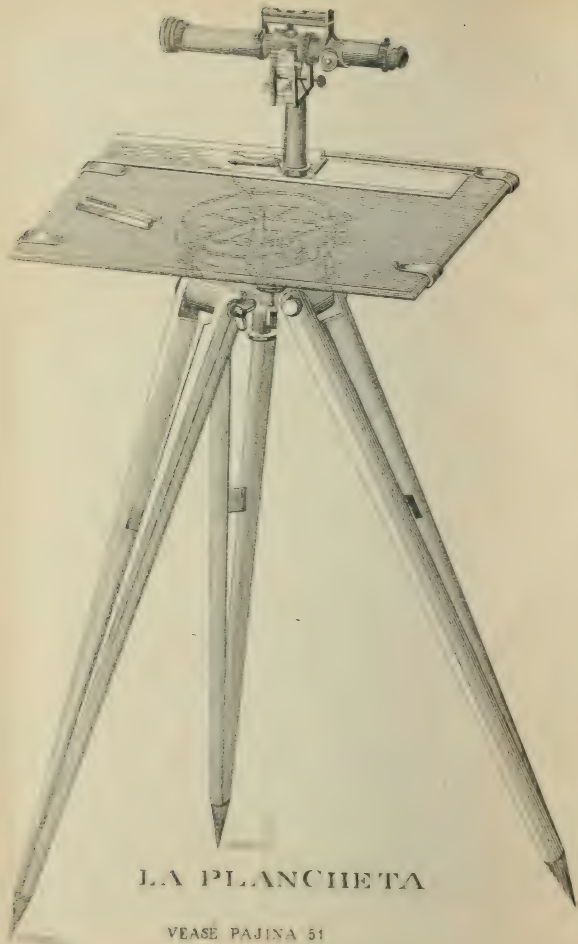
ÁNGULOS QUE DEBERÁN SER REPETIDOS.

Los ángulos de los triángulos que forman parte de la triangulacion principal se observará con mayor cuidado que cualquiera de los demas. Siempre se repetirán como sigue: Se mide el ángulo entre el *oríjen* i el primer objeto, como ya se ha esplicado. Hecho esto i anotado el ángulo, se afloja la *plancha inferior*, cuidando de dejar la *plancha superior* bien asegurada. Se vuelve el anteojo al *oríjen*, se asegura la plancha inferior, se bisecta el oríjen por medio del tornillo de tanjencia i se anota la lectura para ver si ha cambiado. Entonces se afloja la *plancha superior*, se dirije el anteojo al objeto de la derecha i se bisecta de nuevo. La lectura obtenida de esta manera debe ser dos veces la primera. Se repite el ángulo de esta manera a lo menos 4 o 5 veces, haciendo i apuntando con mucho cuidado cada lectura. Entonces se toma la media de todas las diferencias como la lectura final del ángulo.

La manera de llevar el rejistro no importa mucho; lo importante es que *haya una manera* de llevarlo que será uniforme i a la cual se ceñirá estrictamente.

Se recomienda el rejistro que sigue para la triangulacion principal. Todo lo que sea necesario para el que vá a trazar la carta se anotará i no se fiará nunca de la memoria. Todos los rejistros de un levantamiento deben ser tan completos que cualquiera que tenga el conocimiento suficiente de levantamiento, pueda dibujar el plano tan bien como aquellos que tomaron parte en el levantamiento.

Al tomar ángulos a los picos de montañas o cerros, se me-



LA PLANCHETA

VEASE PAJINA 51

dirá i apuntará la distancia zenital de sus vértices para determinar sus alturas.

Al observar el *orijen*, se le toma el arrumbamiento magnético por medio de la aguja que lleva el teodolito, observando ambas puntas de la aguja para evitar los errores del quicio o aguja doblada.

ESTACIONES FALSAS O TEMPORALES.

No siempre es posible colocar el teodolito exactamente en el centro de la estacion, en cuyo caso, si se requiere gran exactitud se podrá calcular i reducir el ángulo al centro de la estacion. No obstante en la práctica se coloca el teodolito tan cerca del centro como se puede, i si la distancia no es mayor que un metro, la correccion es mucho menor que el error probable de la observacion, i por consiguiente puede no tomarse en cuenta. Si la distancia llega a 5 metros, los ángulos podrán ser tomados desde dos puntos igualmente distantes del centro i a lados opuestos i la media será el ángulo correjido.

ÁNGULOS CON EL SEXTANTE.

Supongamos que se mida con el sextante un ángulo entre dos objetos que no están en el mismo plano horizontal. Este ángulo tendrá que reducirse al plano horizontal antes de poder usarlo, observando la altura angular de los dos objetos i reduciendo la distancia de la misma manera que se hace al determinar la demarcacion astronómica. Si las alturas son menores de 3° i la distancia angular mayor de 30°, se puede despreciar esta correccion. Si uno de los objetos está sobre el horizonte i la distancia es de 90°, no hai correccion.

Al medir el ángulo de dos objetos que están cercanos uno al otro pero en un plano oblícuo, el valor del ángulo horizontal podrá obtenerse observando los ángulos entre ellos i un objeto que esté sobre el horizonte i como a 90° a la derecha o izquierda de ellos, i la diferencia entre estos ángulos será el ángulo que se busca.

La triangulacion será trazada aproximadamente de dia en dia, por medio de los ángulos solamente, i los puntos adelantados de la triangulacion se sitúan aproximadamente por ángulos, i sirven mucho para escojer las estaciones a medida

que avanza el trabajo. Sin embargo, antes de hacer el trazado final, se tendrá que calcular la triangulacion para que ademas de los ángulos, se pueda utilizar la lonjitud de los lados para el trazado.

Casi nunca sucederá que la suma de los ángulos medidos de un triángulo sea igual a 180° i habrá que correjirlos hasta que su suma dé 180°. Teóricamente la suma de los ángulos deberá ser siempre mayor de 180°, puesto que en realidad los triángulos son esféricos, pero como el exceso esférico en los triángulos mayores que se han observado es menor de 45″, puede ser despreciado en levantamientos hidrográficos. En la práctica se corrijen los ángulos dividiendo la diferencia entre la suma i 180° por el número de ángulos i se reparte la correccion proporcionalmente al valor de los ángulos. Con un teodolito que aprecia hasta 30″, la diferencia rara vez deberá exceder de 1′ i nunca mas de 2′.

Habiendo correjido todos los ángulos, se resuelven los triángulos como triángulos planos, empleando primero la base medida i los ángulos de sus estremos i cada lado calculado en sucesion, verificada tan a menudo como sea posible por medio de figuras cuadriláteras como ya se ha esplicado.

Para poder situar la parte del terreno levantado en la carta tenemos que conocer la latitud i lonjitud de uno de los puntos i la demarcacion verdadera de uno de los lados.

Un lugar de observacion se instala jeneralmente cerca de la base, a la cual se liga por medio de un triángulo ausiliar: i si está aislado, se puede medir la base, empezar la triangulacion i hacer el detalle mientras se lleva a cabo las observaciones astronómicas.

Terminadas las observaciones, se toma una série de ángulos desde el punto, se coloca una señal, i ángulos desde tres o cuatro estaciones fijarán exactamente el lugar de observaciones.

LA DEMARCACION VERDADERA.

Como ya se ha dicho, se determinará la demarcacion verdadera de uno de los lados de la triangulacion.

A veces se toma la base, pero jeneralmente es mejor usar el punto de observaciones i el punto bien definido mas distante de la triangulacion principal. La demarcacion verdadera de esta línea es el ángulo que forma el plano vertical

que la contiene con el plano del meridiano del lugar de observaciones. La demarcacion inversa no será el mismo ángulo a causa de la converjencia de los meridianos.

Con estos datos, la latitud, lonjitud i el azimut verdadero de cualquier lado, pueden calcularse por las fórmulas de la navegacion ortodrómica o por un método mas riguroso, considerándose la tierra como un esferoide, i las diferencias de latitudes i lonjitudes se calculan por el cálculo diferencial. En el apéndice se encontrarán fórmulas i tablas para estos cálculos.

Estos cálculos solo se hacen tratándose de grandes levantamientos; i cuando hechos, es posible trazar cualquiera porcion del levantamiento en su verdadero tamaño i lugar sin tener que empezar por la base orijinal i tener que trazar toda la triangulacion. Si la estension del levantamiento es menor de 25 millas, no hai necesidad de tales cálculos.

Habiéndose calculado todos los lados i habiéndose construido una tabla de los lados, ángulos, arrumbamientos, etc., el trabajo está listo para ser trazado en el papel.

Si es posible, se calcula el largo de la línea desde el punto de observaciones hasta la señal empleada para determinar el azimut verdadero i esta es la primera línea que se traza.

Un cróquis o série de cróquis deberá hacerse en cada estacion como ayuda para la topografía i tambien para identificar mas fácilmente los detalles a los cuales sea necesario tomar ángulos.

En algunas de las estaciones, i en otros puntos notables, se tomará una série de vistas fotográficas, i los ángulos entre los puntos principales, tomados desde la estacion, se marcarán en cada vista.





CAPITULO VI.

DE LAS PROYECCIONES.

Es de mucha importancia que en las cartas usadas para levantamientos, los angulos entre líneas en la superficie de la tierra conserven su verdadero valor. Pero esto no es todo lo que se necesita. La distorsion de distancias i la forma oval de la línea jeodésica deberán tomarse en cuenta.

Considerando la tierra como un esferoide se vé que no se puede construir ninguna carta que cumpla con todos los requisitos. La que mas se acerca a la perfeccion es la que se conoce con el nombre de *Proyeccion Policónica*. El principio de construccion es el que sigue:

Supongamos que PE (Fig. 18), sea una parte de meridiano entre el polo P i el ecuador E. Supongamos tambien una serie de conos tanjentes a la superficie, i cuyos vértices están en el eje prolongado OA de la tierra. Supongamos ahora que se cortan o parten los conos por la línea donde tanjentean los meridianos en un número igual de grados (que llamaremos φ), a cada lado de E. I supongamos todavia un plano tanjente a la tierra en E, que se inclina hácia P, haciéndose sucesivamente tanjente en cada punto del arco PE.

A medida que se inclina el plano para contener los elementos sucesivos de todos los conos tanjentes a PE, si las porciones entre los elementos cortados se desarrollan sobre el plano, las bases de estos conos aparecerán sobre el plano como arcos de círculos cuyos radios son los lados respectivos de los conos, i que, considerando la tierra como un esferoide, serán representados por la fórmula

$$\frac{a}{(1-e^2 \operatorname{sen}^2 2)^{\frac{1}{2}}} \operatorname{cotanj} L$$

en que a=radio ecuatorial terrestre, e=la escentricidad, i L=latitud.

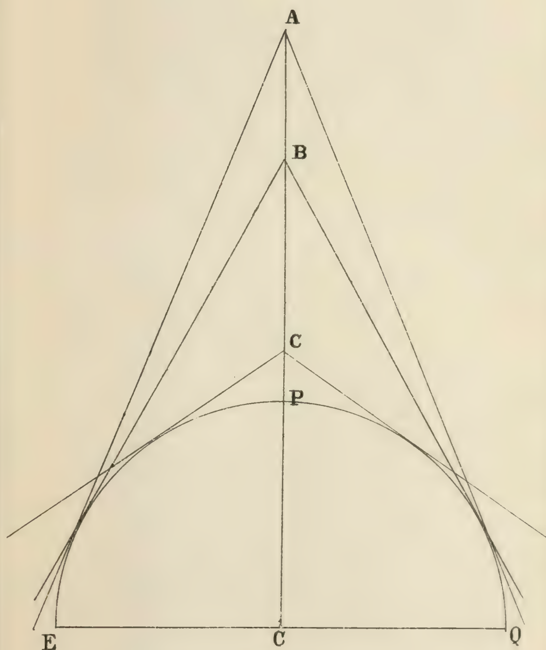


Fig. 18.

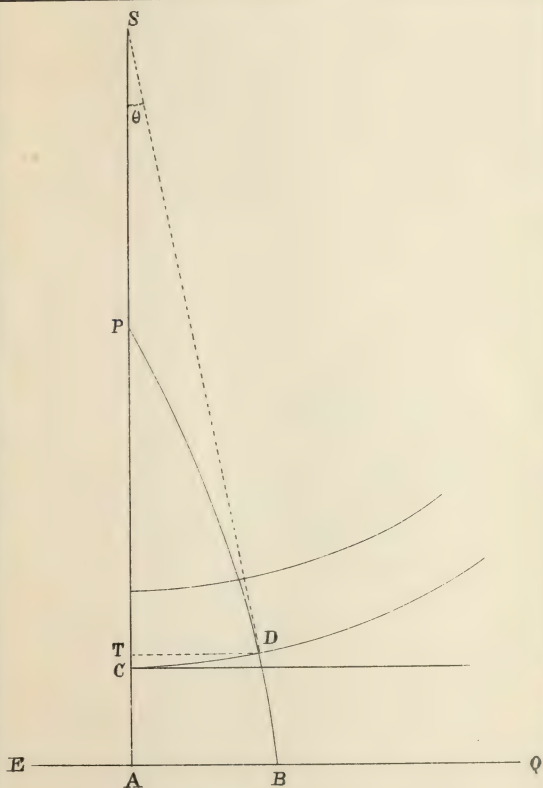


Fig. 19

El plano entonces contendrá la proyeccion de la tierra que queda a un lado del ecuador, i comprendida entre los meridianos E+ ϕ i E—ϕ. PE aparecerá como línea recta, estará representada en su verdadera magnitud i será el meridiano central de la carta. Aquellas partes de la carta cerca del meridiano central tendrán mui poco o casi ninguna distorsion, pero la distorsion aumentará rápidamente a medida que nos alejamos de este meridiano. En una carta construida para contener 4° o 5° a cada lado del meridiano central, no habrá distorsion apreciable. La línea jeodésica se representará como recta, los ángulos i distancias tendrán sus verdaderos valores.

Para construir una carta de éstas se traza una recta de lonjitud suficiente para representar el desarrollo del arco del meridiano central, segun escala, entre los límites de latitud que vá a tener la carta. Se trazan los paralelos de latitud como círculos, determinando sus radios como se ha esplicado, i los meridianos serán curvas que pasan por aquellos puntos de los paralelos que tienen la misma lonjitud.

En la práctica esta carta se construye por ecuaciones que se derivan así. (Véase Fig 19) APB representa una parte de una carta policónica, EQ el ecuador, i PA el meridiano.

Supongamos que D sea ún punto cualquiera cuya latitud es L i cuya lonjitud, contando desde el meridiano central. es ϕ. Hagamos SD=R=el radio del paralelo CD.

Las coordenadas de D, con respecto a los ejes EQ i PA, serán:

$$x = TD, \; y = AT$$

$$x = R \text{ sen } \theta$$

$$y = R\,(1 - \cos\theta) + AC$$

$$y = R \text{ sen verso } \theta + AC$$

i desde que el paralelo CD está proyectado en su verdadera magnitud, el ángulo a su centro será al ángulo subtendido por el arco del paralelo verdadero inversamente proporcionado a sus radios respectivos. Es decir,

$\frac{a}{(1-e^2 \text{ sen}^2 \text{ L})^{\frac{1}{2}}}$ cotanj L, es a $\frac{a}{(1-e^2 \text{ sen}^2 \text{ L})^{\frac{1}{2}}}$ cos L, como φ a θ

$$\theta=\varphi \text{ sen L}.$$

$\frac{a}{(1-e^2 \text{ sen}^2 \text{ L})^{\frac{1}{2}}}$ es la parte de la normal a un punto sobre el meridiano elíptico, cuya latitud es L, comprendido entre el meridiano i el eje menor, siendo a el radio ecuatorial, o sea la mitad del eje mayor. Ahora, designando el valor de esta normal por n i sustituyendo, tenemos:

$$x=n \text{ cotanj L sen } (\varphi \text{ sen L})$$
$$y=n \text{ cotanj L sen verso } (\varphi \text{ sen L})+m$$

en que m es el valor de AC, o sea la lonjitud del arco del meridiano entre el ecuador i el paralelo que consideramos. Se puede tomar cualquier punto del meridiano central como orijen de las coordenadas i las ecuaciones serán

$$x=n \text{ cotanj L sen } \theta$$
$$y=n \text{ cotanj L sen verso } \theta \pm m$$

en que $\pm m$=el largo del meridiano encima o debajo del orijen hasta la latitud del paralelo considerado.

Hai tablas de Proyeccion calculadas por la Oficina Hidrográfica de los E.E. U.U. dando los valores de n cotanj L sen θ i n cotanj L sen verso θ para todos los valores de L i φ, i, usando estas tablas la construccion de una carta policónica se reduce a una simple operacion mecánica.



CAPÍTULO VII.

EL TRAZADO.

La escala de la carta i el tamaño del papel dependerá de la estension del levantamiento. Las cartas se construyen por las escalas decimales $\frac{1}{5.000}$, $\frac{1}{10.000}$, $\frac{1}{20.000}$, etc.

Naturalmente la escala $\frac{1}{5.000}$ se empleará solamente en levantamientos de poca estension, donde las sondas son mui importantes.

En cuanto se haya determinado la escala de la carta, en la carta vieja se marcan los límites del nuevo cuarteron, se determinan los lugares del meridiano i paralelo medio, tambien los meridianos i paralelos estremos. En seguida se calculan los datos para una proyeccion policónica dentro de estos límites, i una lonjitud de un minuto del meridiano medio en la latitud media se toma como una milla. La milla que se usa es siempre la milla marina de 1,852 metros.

Se dibujarán con el mayor cuidado las proyecciones de los meridianos i paralelos. Los puntos de observaciones se fijarán de la misma manera que las intersecciones de paralelos i meridianos, calculando los datos correspondientes.

Desde el punto de observaciones se traza una recta larga en la direccion de la demarcacion verdadera observada. No se usará el trasportador de las sondas para trazar la triangulacion; no es suficientemente exacto.

Todas las líneas se trazarán lo mas largas posibles. Es mucho mas fácil borrar una línea larga que prolongar una corta. Fácilmente se vé que trazar una recta de dos metros por dos puntos que están separados nada mas que unos dos decimetros, es casi imposible, pues siempre habrá error en los estremos a pesar del cuidado que se haya tomado. Si es necesario prolongar una recta, se trazará el ángulo de nuevo.

Esto se hace mui exacto usando el método que sigue:

Es bien sabido que la cuerda que subtiende un ángulo θ, al centro de un círculo de radio R. es igual a 2 R sen $\frac{1}{2}$ θ. Así que si trazamos un círculo con un radio R. i de la estremidad de cualquier radio, trazamos una cuerda igual a 2 R sen $\frac{1}{2}$ θ, el angulo al centro entre estos dos puntos será igual a θ: de esto no hai duda. Mientras mas largo sea el radio, menor será el error en el ángulo debido a un pequeño error en la cuerda. En una hoja grande se usará un radio de un metro: en una hoja pequeña se podrá usar un radio de 50 centímetros o menos. En ningun caso será menor el radio que la distancia que une el punto en que se observó al punto hácia donde debe ser trazada la línea. Usando un radio de 50 centímetros tendremos una cuerda igual a sen $\frac{1}{2}$ $\theta \times 100$ centímetros, i esto puede sacarse de la tabla de senos naturales, corriendo el punto decimal dos lugares a la derecha. Para que no haya lugar a error, tomemos un ejemplo:

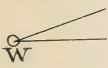
Supongamos que tenemos la base medida WE (Fig. 20), i que tenemos ademas el azimut verdadero de esta línea, asi que la podemos trazar. Se traza una recta WZ, mucho mas larga que WE.

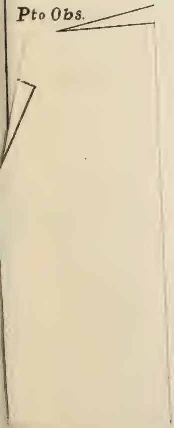
Con el compas de elíptico de puntas de acero, tomamos la distancia WX=50 centímetros sobre WZ. En seguida con el mismo radio se traza el arco PQ, habiendo trazado antes el ángulo θ aproximadamente con un trasportador, para obtener la direccion jeneral de la línea. Supongamos el ángulo de 28° 42' 50''. En la tabla de senos naturales sacamos el seno de 14° 21' 25'',$=\frac{1}{2}$ $\theta=0.24796$: multiplicando por 100 centímetros tenemos 24.796 centímetros para el largo de la cuerda. Se toma esta distancia con el compas, i haciendo centro en X, se traza un arco RS, que cortará a PQ en el punto C. Se pone una regla exactamente en W i en C i se traza la línea que formará el ángulo deseado con WE. El punto A puede estar en cualquiera parte de WC; se puede tomar su distancia desde W, o se podrá trazar un ángulo en E que intercepte WC.

En todo caso, tenemos la línea WA exactamente trazada, i ademas una larga recta Wy, desde la cual podemos tomar otros ángulos si fuere necesario.

Deberá usarse siempre las puntas de acero del compas, porque puntas de lápiz se rompen al tomar las distancias.

Hai que tener cuidado de no rayar la regla graduada. Se


W


Pto Obs.

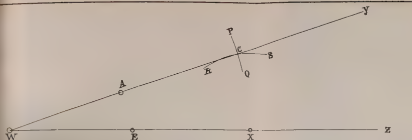


Fig. 20

A
MARCA

B

Pto Obs.

A

W

E

Fig. 21

C

tomará el compas para imprimir las puntas i no rayar el papel. En seguida se marcan los puntos X i C con ayuda de un vidrio de aumento i una aguja para clavetear. Tómese mucho cuidado al trazar las líneas para que sean lo mas rectas posible. El lápiz deberá ser mui duro i con punta tableada i no redonda.

No conviene trazar una cuerda de un ángulo mayor de 60° porque la cuerda seria de un largo inconveniente, i la interseccion seria mui aguda, dificultando la determinacion exacta del punto de interseccion. Si se tiene un ángula mayor de 60° se trazan primero los 60°, i en seguida el resto. Tambien es bueno trazar dos veces la cuerda de la mitad del ángulo, o tres veces la cuerda del tercero del ángulo. *Nunca se trazará la mitad de la cuerda del ángulo deseado.*

Ahora, si se ha calculado la distancia del punto de observacion a la señal que se usó para determinar la orientacion del plano, se toma esta distancia sobre la recta que hemos trazado por el punto de observacion, i se clavetea su posicion. Si no se conoce esta distancia, se traza el ángulo que con esta línea forma una estacion A (véase Fig. 21), cuya distancia es conocida, i se fija sobre esta línea.

En seguida, desde el punto de observacion se traza el ángulo a la estacion C desde la cual el ángulo entre el punto de observacion i la estacion A sea mas próximo a 90°, i en el punto A se traza el ángulo entre el punto de observacion i esta estacion C, i, su posicion estando bien determinada, se clavetea. En seguida se verifica por las distancias calculadas del punto de observacion, i de A. Desde estos tres puntos se trazan los ángulos a la cuarta estacion B. Si las tres rectas se cortan en el mismo punto, B, está bien fijado. Si no se cortan, hai algun error, i se trazarán los ángulos de nuevo. Se verifica la punta B por las tres distancias calculadas. Ningun punto se considerará definitivamente fijado a no ser que a lo menos tres líneas pasen exactamente por él, al examinarlo con un lente.

Se seguirá de esta manera hasta fijar todos los puntos de la triangulacion principal, i se llega al segundo punto de observaciones, porque en un levantamiento de alguna estension habrá un punto de observacion al final ademas del del principio, como asimismo una base medida.

Se encontrará casi siempre que hai dos lugares para el se-

gundo punto de observacion: uno fijado por la latitud i lonjitud, i el otro por la triangulacion principal. Asi que habrá que correjir la triangulacion antes de pasar a fijar la triangulacion secundaria.

Llamemos F (Fig. 22) el primer punto de observacion, el segundo S, determinado por observaciones, i S' el determinado por la triangulacion. Tracemos rectas de F a S i a S'.

Si estas rectas son de igual lonjitud, el error es únicamente de azimut; si coinciden pero no tienen la misma lonjitud, el error es únicamente de distancia. Pero jeneralmente serán rectas diverjentes de desigual lonjitud, mostrando errores tanto en azimut como en distancia.

Se puede esperar un error en distancia a causa de la diferencia entre el largo calculado i el medido de la segunda base, o base de verificacion; i podrá eliminarse antes del trazado, aumentando o disminuyendo cada lado calculado en la misma proporcion que deberá aumentarse o disminuirse la lonjitud calculada de la segunda base para igualarla a la base medida. Entonces no deberá haber error de distancia, i todo el sistema de triángulos se desplazarán al rededor de F hasta que S' coincida con S.

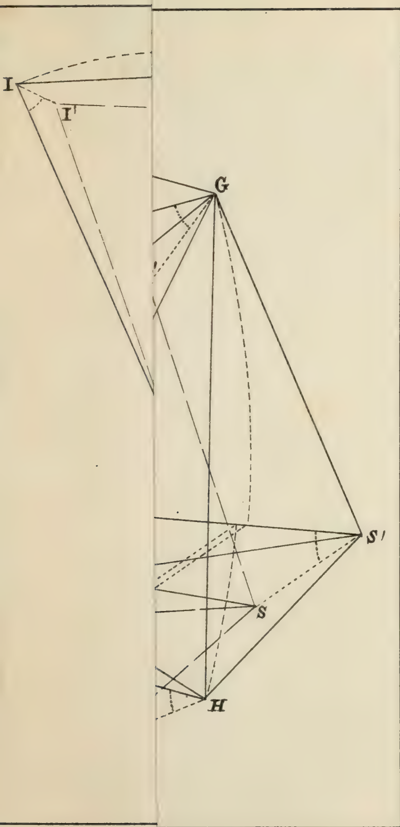
En la práctica se hacen estas correcciones de la manera siguiente:

Sea F A C B D H G I S' la triangulacion trazada, i S el verdadero punto de observacion. Para conservar las relaciones entre los lados y los ángulos, al hacer que S' coincida con S, cada punto deberá moverse en una direccion que haga un ángulo igual a S S' F a la izquierda de la línea que lo une al punto F, i la distancia que deberá desplazarse un punto cualquiera A se determina por la proporcion.

$$\frac{F\ S'}{F\ A} = \frac{S\ S'}{\text{distancia.}}$$

Se determina esta distancia, tomando sobre F S', F x= F A, i se traza x y paralelo a S S', hasta que corta a F S en y. Entonces x y es la distancia que se correrá el A a A' en la direccion A Z, tal que F A Z=F S' S.

Todos los puntos se corrijen de la misma manera, fijándose en que el ángulo F S' S se trazará a la izquierda o derecha de la línea a F segun esté S' a la izquierda o derecha de S, mirando desde F.



I
I'
G
S'
S
H

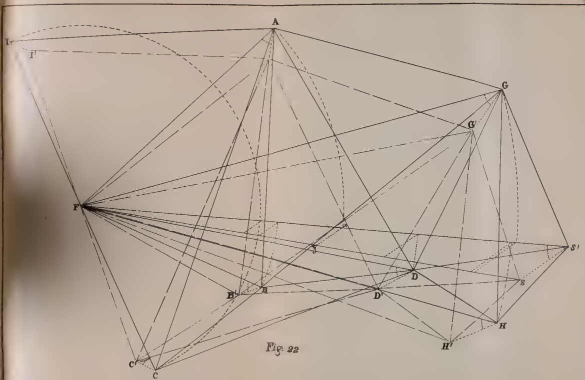


Fig. 22

Ahora se podrá probar la exactitud de la correccion, trazando desde S la demarcacion verdadera que se observó ahí, i la recta deberá pasar por la estacion cuya demarcacion se observó.



CAPÍTULO VIII.

LA TRIANGULACION SECUNDARIA.

Hemos dicho que en la carta se marcan las estaciones principales △. Señales secundarias i menores jeneralmente se designan por ⊙. Cada punta llevará su nombre cerca de él, i hai que tener cuidado que los puntos cerca de la costa llevan sus nombres escritos *en tierra* para no confundir las sondas. En la eleccion de nombres para las señales conviene tener nombres cortos que sean característicos; por ejemplo si se tiene un cerro de color algo rojizo se llamará la señal instalada ahí «Roja». Si se tiene un pico agudo que no tiene otro nombre, se le llamará «Agudo», Si el nombre de la estacion es largo, se abreviara; p. g. si tiene una señal en un punto denominado Abre-ojos, podrá llamarse «Abre» la señal.

La triangulacion secundaria tambien incluye fijar señales usadas por los botes para las sondas. Naturalmente las señales serán mui numerosas i de una gran variedad.

Al establecer señales hai que tomar en cuenta muchas cosas. Deberán estar distribuidos de manera que de todas partes del agua donde puedan tener ocasion de ir los botes al sondar, hayan a lo ménos tres a la vista. De cada señal particular deberán estar visibles dos o mas, y se pondran señales ausiliares cada vez que sean necesarias para fijar exactamente las señales regulares.

Cuando hai bastante tiempo i se necesita mucho detalle, se encontrará que la «plancheta» sea un instrumento de mucha utilidad y eficiencia. Cuando no se tiene este instrumento, i donde la naturaleza del terreno no permite su uso, se podrá usar un teodolito con mui buenos resultados.

Localidad............ Estacion ocupada....... A ...

Fecha................... Observador............................

OBJETOS OBSERVADOS.	ÁNGULOS
⊕ Z △	0°
B ⊙	90° 10′
C ⊙	103 30
D ⊙	116 05
F ⊙	117 50
M ⊙	152 20
Tanjente, ensenada d	39 10
Cerro f	64 19
Casa	80 25
Tanjente izquierda árboles	78 30
» derecha	82 45
Cerro g	100 15
Tanjente. Pta B	105 20
» » C	110 15
» » D	112 20
Rompientes { Desde	120 30
Rompientes { hasta	122 00
Estremo del cascajo	106 00
Tanjente izquierda M	148 25
» derecha »	155 10
Direccion Pta h	161 30
» » i	226 25
» » j	269 50
Piedra c, á flor de agua	198 20
» b, 3 metros de altura	203 30
» c, 8 » » »	208 25
Arbustos en e	97 45

I









I
F
E
arenosa
Rompiente
D
g
l
cascajo
C
arena
B
15 metros
de altura
M
p
Arbustos. d
arenosa
h
A
J
Z

DETALLE DE LA COSTA.

Supongamos que se hayan colocado las señales en la costa que se va a detallar, i que se han construido i observado las señales de la triangulacion principal. Se entiende que la triangulacion i el detalle se llevan a cabo simultáneamente, i que al hacer las estaciones de la triangulacion se hayan tomado ángulos a todas las señales menores que hayan a la vista. La señal que está en un estremo de la costa se ocupará primero. Los ángulos a todas las señales visibles, tanto de la triangulacion principal como de la secundaria, se observarán como se ha descrito tratándose de las estaciones principales; pero no se repetirán los ángulos sino que se tomará una série de ángulos de verificacion.

El rejistro tendrá una pájina para ángulos i otra en blanco para cróquis i observaciones en cada abertura del libro. Se apuntan los ángulos en la pájina de la izquierda i en la de la derecha se dibujará el cróquis del contorno de la playa, empezando por el fin de la pájina (véase el modelo).

Se ocupa la estacion A, se escoje un *cero* u *orijen* i se toma una série de ángulos. En seguida con el mismo *cero* se dirije el anteojo de manera que el hilo vertical esté tanjente al fondo de la ensenada *d*; entonces se tomarán ángulos a los cerros *f* i *g*; se observará la tanjente a la punta de destaca B; i, si hai una piedra o un árbol o cualquiera cosa que se pueda ver en *e*, se le tomará un ángulo. Se observan tambien las tanjentes a C i D, se miden los ángulos en direccion a los puntos *h*, *i*, *j* i se toman ángulos a las piedras destacadas *a*, *b*, *c*.

No se deberá considerar ningun detalle demasiado insignificante para tomarle ángulos, sobre todo, rompientes o reventazones, cuando no tienen lugar en la playa. Se anota en distintas partes del croquis el cárácter de la playa, si es de piedra arena, cascajo, etc., i las alturas estimadas de las puntas escarpadas, ancho de los rios, quebradas, i cualquier otro dato que pueda ser útil al trazar la costa.

Terminado el trabajo en A, se lleva el instrumento a B i se observa de la misma manera.

Se puede ver que los triángulos del detalle no tienen necesidad de satisfacer todas las condiciones de los triángulos principales. Angulos pequeños son frecuentes; pero los *ángu-*

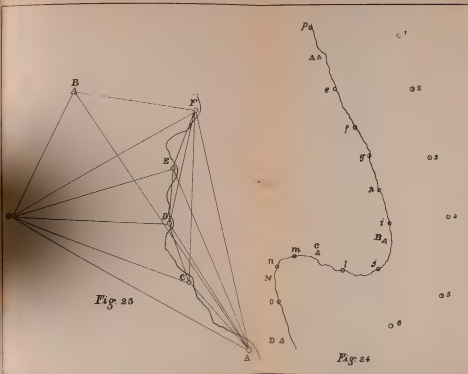
los de recepcion o sea ángulos empleados en fijar la estacion desde la cual se observa, serán siempre mayores de 30°.

Supongamos un tramo de costa como A C D E F, (Fig 23), i que sea necesario fijar las señales. Supongamos tambien. que A esté ya fijado i que B sea un punto de la triangulacion principal. Aunque el ángulo B A F es pequeño, F está bien fijado desde A i B por rectas que se cortan casi bajo ángulo recto. Pero C, D i E no pueden ser fijados desde estos puntos. Bien, estando en A vemos que será difícil fijar las señales siguientes, así que elejimos algun objeto G, un árbol, roca, arbusto, etc., o si no hai nada, mandamos un hombre para que clave una estaca bien retirada de la playa. En cada una de las estaciones A, C, D, E, F, se miden los ángulos a cada una de los demas i tambien a G, i se dibuja la costa como anteriormente. Cuando llegamos al trazado sobre el papel, primero se situa F desde A i B, i en seguida, por medio de los ángulos G F A i G A F, se sitúa a G. En el triángulo A C G, los ángulos en A i en C son conocidos por haber sido medidos, i el tercer ángulo G puede ser calculado. De igual manera C G D, D G E, E G F, verificando estos valores, viendo si la suma de E G F i E G D satisfacen el triángulo F G D. Ahora, desde F, se traza el ángulo entre G i C, i desde G un ángulo entre F i C, o entre A i C, i desde A un ángulo a C. Se fijan D i E de igual manera, usando ángulos calculados en B como verificaciones.

UN CASO DIFÍCIL.

A veces sucede que hai puntas altas i escarpadas cerca de la costa, o bosque cerca del agua, i que la costa sea convexa hacia el mar. En este caso no podemos usar los medios ordinarios, i tenemos que recurrir al buque para sacarnos de la dificultad. Lá Fig. 24 representa un promontorio alto i su cara que dá al mar es casi vertical. De A a B hai casi una recta, i desde B a N, hai una curva como lo demuestra el croquis, terminando la costa escarpada en N. A i B son puntos de la triangulacion principal en la parte alta de la costa. Señales para botes solamente podrán colocarse en la parte alta, o al pié de la costa escarpada, i las señales en la parte alta no servirán, porque los botes deberán sondar cerca de la costa, i los ángulos a tales señales no servirán para nada. Se pondrán se-


G


B
F
E
G
D
C
A
Fig. 23
p
A
e
1
2
f
g
3
h
i
4
B
m
c
n
l
j
N
5
o
6
D
Fig. 24

ñales en *p*, *e*, *f*, *g*, *h*, *i*, etc., por medio de manchones de cal que se fijarán como sigue:

Se mandará observadores con teodolitos a A i a B, desde donde se observarán los ángulos entre el buque i la estacion opuesta a una señal del buque.

El buque se irá al punto I. Llegando ahí, varios observadores con sextantes, formando un grupo tan pequeño como sea posible, medirán los ángulos entre *e*, *f*, *g*, etc., incluso B, i una señal *p* a la izquierda i cerca de la línea del agua. Uno de ellos medirá tambien el ángulo entre A i B. Estando parado el buque, se izará una bandera al tope para que los de los teodolitos esten listos. Cuando todo está listo, se dará la voz *marque*, y la bandera se arriará inmediatamente a media asta. Cada observador leerá rapidamente su ángulo, i como verificacion, rapidamente medirá el ángulo entre su señal y la tanjente derecha a la parte escarpada.

Los observadores en tierra, con los hilos verticales bisectando al grupo a bordo, seguirán el buque hasta que arrie la bandera, i en seguida anotarán la hora i leerán los ángulos.

Estando la bandera directamente encima del grupo, estará dentro del campo de vista del anteojo, i su movimiento se anotará inmediatamente. Se observarán las alturas angulares de A i B, para reducir a la horizontal los ángulos entre A i B, i *p* i B.

En seguida el buque se trasladará a los puntos 2, 3, 4, etc., i se repetirá la misma operacion en cada punto.

La bandera no se izará al tope hasta estar parado el buque, siendo que esta es la señal para que los teodolitos esten listos para medir los ángulos al arriar la bandera. Esto es mui necesario, porque fatiga mucho la vista el tener que seguir el buque con el anteojo.

Cuando el buque haya ocupado las posiciones 1, 2, 3, 4, el observador en A se vá a B, i el que estaba en B se va a C.

Habiendo recojido a los observadores de tierra, se comparan los ángulos i las horas para ver si están conformes, i sumando los ángulos entre A i B tomados desde el buque, con los ángulos medidos con los teodolitos, se verifica la exactitud del trabajo.

El trazado es mui sencillo. Se fijan 1, 2, 3, i 4, por ángulos desde AB, i en seguida, con ángulos desde estas posiciones, se fijan todos los puntos secundarios.

No puede haber regla fija para fijar una señal de la costa en todos los casos, pero no hai que olvidarse que una señal mal fijada es peor que no tener ninguna señal.

Para el trazado, se usa el trasportador de las sondas cuidadosamente verificado. Refiriéndonos al croquis dado en el modelo de rejistro, supongamos que A é I esten fijados por la triangulacion principal, pero que desde I no se haya observado ningun ángulo a B, C, D, E, F, etc., i que se haya hecho una estacion en M. Se fija D, trazando un ángulo igual a I A D, i trazando en I un ángulo igual a 180° —(IAD + IDA). Se calcula el ángulo en I entre C y D, i se traza desde D, trazando tambien el ángulo IDC. Se fija el punto M de la misma manera que D, i se traza en M el ángulo ACM, i se ve si corta exactamente la interseccion de las rectas desde D e I. Se verifica a D de la misma manera. Todos los puntos se marcarán con una aguja i con lente. En seguida se fija a B por rectas desde C, M, A, i un ángulo calculado en I. Desde I, D, i C, se fija en E, i desde E, D, M i C se fija a F. Así en seguida hasta fijar i verificar todas las señales.

Desde A i B se trazan los ángulos a *d*, i desde B i M, los ángulos a las rocas *a*, *b*, *c*, etc.. La costa entre estos puntos se dibuja guiándose por el cróquis.

Al trazar los ángulos tomados desde el buque cuando este ha servido de auxiliar para fijar las señales, como no se pueden copiar sino dos ángulos a la vez el trasportador de las sondas conviene trazar todos estos ángulos sobre un papel de calco, entonces, cuando se pone el papel de calco sobre la carta i se hacen pasar todas las rectas por los puntos correspondientes, el centro estará fijado exactamente.



CAPÍTULO IX.

TOPOGRAFÍA.

En el capítulo anterior describimos los métodos usuales para hacer la topografia de la costa. Si fuere necesario llevar la topografia mas al interior, deberán usarse otros métodos.

En el trabajo topográfico en los Estados Unidos se usa únicamente la plancheta, i tambien puede usarse este instrumento para el detalle de la costa con resultados mui exactos, pero la operacion necesita de un poco mas tiempo.

La plancheta se compone de una tabla de dibujo, trípode i alidada.

La tabla es hecha de madera bien sazonada, cuidadosamente construida por fajas para evitar torsion, con su superficie superior perfectamente plana. Por su cara inferior lleva tres calzos de bronce que ocupan los vértices de un triángulo equilátero e igualmente distantes del centro.

Con estos calzos se sujeta por medio de tornillos a la cabeza del trípode. La cabeza del trípode es de bronce i se compone de dos planchas, parecidas a las planchas azimutales del teodolito, con tornillos de presion i de tanjencia, pero sin graduacion. Lleva tambien tornillos nivelantes. La plancha superior lleva tres proyecciones por las cuales pasan los tornillos que aseguran la tabla, i jeneralmente un gancho jiratorio i tornillo en su centro para asegurarla al trípode. El trípode es bastante grande encima i construido de manera que sea mui sólido una vez que se instale.

Las alidadas son de varios modelos, pero todas tienen la misma base. Se compone de una regla de bronce como de 50 centímetros de largo por 6 centímetros de ancho, llevando en su centro una columna vertical de 15 o 20 centímetros de alto, i a cada lado de la columna i cerca de ella, dos niveles, uno en la línea del eje de la regla i el otro perpendicular. En la parte superior de la columna hai una plancha que lleva los

soportes para el eje trasversal del anteojo. Un estremo de este eje lleva un arco graduado vertical como de 60°, i junto al soporte del anteojo hai un vernier para hacer las lecturas. El anteojo calza exactamente, cerca de su centro de gravedad en un cilindro corto, que lleva el eje trasversal del anteojo.

El anteojo puede jirar 180° sobre su eje lonjitudinal dentro de este cilindro. A cada lado del cilindro se ha ensanchado un poco el tubo del anteojo, formando anillos angostos, i entre ellos va un nivel de quita i pon. El diafragma del anteojo lleva un hilo vertical i dos o tres hilos horizontales equidistantes. Siendo constante la distancia entre estos hilos, es claro que el número de graduaciones de una regla graduada, subtendida por ellos, variará con la distancia entre la regla i el instrumento. A veces se agrega un micrómetro al ocular que tiene un hilo fijo i un otro movible, i se determina la distancia viendo la que hai entre los hilos cuando una lonjitud dada de la regla está comprendido entre ellos.

Una aguja magnética en una caja rectangular acompaña la plancheta. La caja tiene arcos graduados cubriendo unos 20° con el 0° al centro, en cada estremo, i la línea de los ceros deberá ser paralela a los lados de la caja. Esta se usa para trazar una línea norte-sur en la tabla.

CORRECCIONES.

Se dará por sentado que los cantos de la regla sean perfectamente rectos, puesto que solo el fabricante puede remediar este error. Se correjirán los niveles antes que nada. Se instala la plancheta con la tabla casi horizontal i el trípode firmemente plantado. Se coloca la alidada haciéndola pasar por el centro de la tabla, con el canto de la regla paralelo a la línea que une a dos de los tornillos nivelantes i se traza una pequeña recta cerca de cada estremo. Se llevan las burbujas de ambos niveles al centro por medio de los tornillos nivelantes. Se invierte la posicion de la regla i se coloca en la misma posicion por medio de las rectas trazadas en el papel. Si las burbujas quedan todavia en el centro, los niveles están correjidos; si no, se corrije la mitad del error con los tornillos nivelantes i la otra mitad con los tornillos que lleva el nivel mismo.

El nivel que está en la direccion de la regla se corrije el primero. En seguida se coloca la regla normalmente a su posi-

cion anterior i se corrije el segundo nivel solamente con sus propios tornillos.

Se coloca el retículo en el foco comun del ocular i objetivo de la misma manera que ya se ha descrito tratándose del teodolito.

Para hacer que la línea de colimacion coincida con la línea de mira, se dirije el anteojo a un objeto distante i se bisecta con el centro del hilo vertical, hecho lo cual se asegura el horizontal del anteojo, se hace jirar 180° el anteojo sobre su eje lonjitudinal, i se ve como aparece el objeto i el hilo vertical. Si se conserva el contacto, no hai error. Si se separan, se hace que el hilo recorra la mitad de la distancia por medio del tornillo de tanjencia de la cabeza del trípode, se perfecciona el contacto por medio de los tornillos del diafragma. Se hace jirar el anteojo a su primera posicion, se vuelve a ajustar i se repite la operacion hasta tener una buena correccion.

En seguida se hace que el hilo vertical se mueva en un plano normal al eje de revolucion o lonjitudinal, que deberá ser paralelo al plano de la regla, dirijiendo el anteojo a un pequeño i bien definido objeto i desplazando el anteojo en altura sobre su eje trasversal. Si el objeto se separa del hilo, se hará que lo recorra jirando el diafragma sobre su eje hasta que no se separe. No hai que olvidarse que un error de colimacion causará una separacion de esta clase: pero el objeto se moverá *al mismo lado* del hilo al elevar o deprimir el anteojo, semejando moverse segun una curva, mientras que en el primer caso se mueve en línea recta i, en los estremos del campo de vista, estará a lados opuestos del hilo.

CORRECCION DEL VERNIER DEL ARCO VERTICAL.

Se coloca el nivel de quita i pon sobre el anteojo i se trae la burbuja al centro del nivel por medio del tornillo de tanjencia del anteojo. Se invierte el nivel i si hai algun error, se corrije la mitad con el tornillo de tanjencia i la otra mitad con los tornillos del nivel. El vernier se pondrá en cero. Se mira por el anteojo i se ve qué objeto es bisectado por el hilo horizontal del medio. Se hace jirar 180° el anteojo alrededor de su eje lonjitudinal, i si se bisecta el mismo objeto, la correccion está bien hecha; si no, por medio de los tornillos del retículo se suben o bajan los hilos horizontales hasta que el

hilo del medio haya recorrido la mitad de la distancia que lo separa del objeto. Se escoje un objeto bisectado por el hilo en esta posicion, se vuelve a jirar el anteojo, se corrije la mitad del error si hai, i asi en seguida hasta destruir el error. Naturalmente el instrumento deberá haber permanecido cuidadosamente nivelado mientras duran estas correcciones.

LA MIRA.

Una mira deberá acompañar cada plancheta para medir distancias. Se compone de una tabla liviana de unos tres metros de largo, 10 c m de ancho i dos de grueso, graduada en una cara segun la distancia entre los hilos horizontales del instrumento con que se va a usar.

Una mira como ésta fácilmente puede ser construida a bordo, tomando una tabla conveniente i pintándola de blanco.

Se instala i nivela la plancheta, se le pone la alidada i se nivela el anteojo. Se mide cuidadosamente 20 metros desde el objetivo del anteojo, en línea horizontal, se coloca la mira perpendicular i vuelta hacia el anteojo. Se mira por el anteojo i un ayudante marcará con su lápiz donde las líneas de vista de los hilos del medio i superior cortan la mira. Desde estas líneas, hacia arriba i abajo se divide en partes iguales a esta distancia, marcando cada division por una línea trazada

con lápiz en la mira, en seguida se divide cada parte como se muestra en la figura o en cualquiera manera que se desee. Se ponen números a las divisiones pares, desde 0 hasta el número mayor, poniendo los números al reves si el anteojo los invierte.



Fig. 25

Ahora si se dirije el hilo del medio a una division par, el número de divisiones i fraccion de division entre los hilos, dará la distancia de metros. Cada distancia A B representa 20 metros, cada distancia B D representa 10 metros, cada distancia D E, A E, representa 5 metros, cada distancia C D $2\frac{1}{2}$ metros i fracciones menores podrán apreciarse, fijándose en qué punto el hilo corta la línea C D.

Esto puede usarse hasta para distancias de 400 metros; mayores de las cuales, la mira tendria que tener una lonjitud inconveniente, i las divisiones no se distinguen bien.

Para usar la mira, se manda un hombre quien mantiene la cara de la mira perpendicular a la línea de vista del anteojo. Esto se hace colocando en el canto de la mira, a la altura del ojo, un tubo corto de madera o bronce, formando ángulo recto con el canto, i mirando por éste se puede dirijirlo al anteojo.

Si no están en el mismo plano horizontal, se lee en el arco la elevacion o depresion angular. Si este ángulo es mayor de 30°, se reduce la distancia a la horizontal aplicando el coseno del ángulo correjido de la refraccion. De antemano se calcula una tabla de reducciones para todos los ángulos i distancias i se lleva en el bolsillo. El oficial que usa la plancheta deberá llevar una chaqueta liviana con ámplios bolsillos, para llevar lápices, goma de borrar, regla graduada, trasportador, tabla de reduccion de ángulos, libreta, etc., para

tenerlos a la mano i no tener de dejarlos sobre la tabla de la plancheta, donde incomodarian.

Supondremos que se han determinado todas las estaciones principales, por medio de una base medida, i que éstas han sido exactamente fijadas sobre la hoja de papel que se vá a usar.

El papel *no deberá estirarse* sobre la tabla. Papel forrado con muselina es el mejor, i se cortará del ancho del lado mas largo de la tabla, i a veces, será mas largo que el ancho de la tabla. El exceso es arrollado hacia adentro i sujeto con abrazaderas de resorte.

ORIENTACION DE LA PLANCHETA.

Habiendo verificado cuidadosamente la alidada, se instala plancheta en una de las estaciones, poniéndola aproximapamente en su posicion, i se nivela bien. Se coloca en la tabla un pequeño objeto en el punto que representa la estacion ocupada, i el observador se retira un poco para ver si el objeto está verticalmente sobre la estacion. Si no está, el ayudante mueve la plancheta, sin jirarla, hasta que esté. Se repite esta operacion, estando el observador en una direccion normal a la primera. En seguida se verifica la nivelacion del instrumento. Hecho esto, se coloca la alidada sobre la tabla, con el canto de derecha de la regla exactamente en la línea que une la estacion ocupada con cualquier otra estacion; se mira por el anteojo i se jira la tabla hasta que el retículo vertical casi cubre la estacion; se asegura la tabla i con el tornillo de tanjencia se hace el contacto.

Se aplica una lijera presion a la tabla en el sentido del jiro para ver si está inmóvil, i despues se mira nuevamente para ver si el retículo vertical todavia bisecta la estacion.

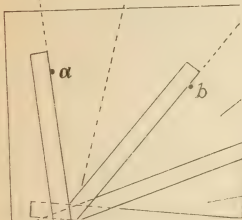
Cualquier error se corrije con el tornillo de tanjencia.

En seguida se pone sucesivamente la alidada en las líneas que unen la estacion ocupada con cada una de las demas, i cada estacion correspondiente se bisectará con el retículo vertical. Si no sucede esto, probablemente habrá habido un error al fijar las estaciones, o la hoja puede haber sufrido una distorcion, i tendrá que remediarse el defecto. Ahora, por medio de la aguja magnética, se trazará cerca del centro de la hoja, una línea que represente el meridiano magnético,



arbol





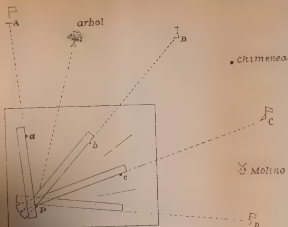


Fig. 26

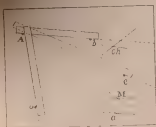


Fig. 27

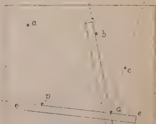


Fig. 28

para facilitar la operacion de poner en posicion la plancheta al ocupar otra estacion.

Ahora, llamemos P (Fig. 26), la estacion ocupada. Se coloca el canto de la regla en el punto P del papel i se hace jirar la alidada al rededor de ese punto hasta bisectar el objeto al cual se desea dirijir una visual. Con el canto de la regla se traza una recta hasta que corte la posicion aproximada del objeto sobre el papel. Se repite esta operacion con todos los objetos que se van a fijar, designando a cada uno por su nombre o por alguna señal distintiva. Se quita la alidada, se levanta el instrumento por las patas, cerrándolas, i un individuo carga con él al hombro. *Siempre se tomará la alidada por el soporte del anteojo.* Se toma una série de cróquis en cada estacion antes de dejarla, para ayudar al dibujante.

Llamemos A (Fig. 29), la estacion siguiente. Llegando ahí, se arma la plancheta con la punta de la plomada sobre el centro de la estacion, se nivela el instrumento, se coloca la regla en la línea *a p* i se jira la tabla hasta bisectar a P con el hilo vertical. Se prueba como anteriormente la exactitud de los puntos fijados. Se dirije el anteojo en sucesion a todos los objetos a que se dirijieron visuales desde la primera estacion i se trazan pequeñas rectas que corten las ya trazadas. La interseccion de estas líneas dará las posiciones de los objetos, pero estas siempre deberán verificarse por observaciones semejantes desde una tercera estacion. Ningun punto se considerará bien fijado a no ser que pasen a lo menos tres rectas por el mismo punto, interceptándose bajo ángulos no menores de 30°.

El método anterior es llamado el método de *proseccion*, pero una de las cualidades mas importantes de la plancheta es que puede instalarse en cualquier punto desde donde se ven tres mas i se determina la situacion del punto por *reseccion*. Supongamos el punto D. Mientras se está en P se traza la línea *p d e* (Fig. 28). En seguida se va a D, se instala la plancheta i poniendo la regla en el meridiano magnético que se trazó, se hace jirar la tabla hasta que la aguja magnética señala N a S, e inmediatamente la tabla es aproximadamente en posicion.

Se coloca la alidada con el canto de la regla en la línea *e d p*, i con el tornillo de tanjencia se biseeta a P, i la plancheta estará en posicion. Ahora se coloca el canto de la estre-

midad delantera de la regla en algun punto que demore unos 90° de P, en este caso el punto B. Se mantiene este punto en el canto de la regla, i con él como centro se mueve la alidada hasta bisectar a B con el hilo vertical. Se traza entonces una linea que corte a *e d p*, i la intercepcion de las dos dará el punto *d*. Se repite esta operacion con otra señal que no demore menos de 30° de cualquiera de las otras dos, i se traza una segunda línea que corte a *e d p*. Si todas estas rectas se cortan en el mismo punto al examinarlo con un vidrio de aumento, el punto *d* está bien fijado i podrá servirse de él para fijar otros puntos con tanta confianza como si fuera una de las señales orijinales.

Las señales se observarán lo mas cerca posible de sus bases.

Pero tengamos un otro caso. Supongamos que se ha llegado a un punto E. (Fig. 29), que conviene fijar. No es necesario ir primero a una de las estaciones fijadas A B C, que estén a la vista; se puede fijar con exactitud el punto desde él mismo.

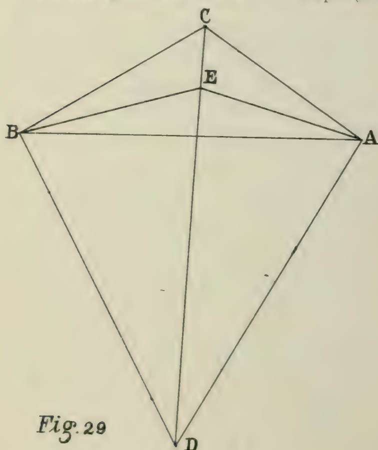


Fig. 29

Se arma la plancheta i se nivela, se coloca la regla en la línea A B i en seguida se jira la tabla hasta que el anteojo se dirije exactamente a la señal B. Se asegura la tabla i con el canto de la regla en A, se mueve la alidada hasta dirijirla exactamente a la señal C, i se traza la línea A D. Nuevamente se pone la regla en la línea A B, se afloja la tabla i se jira hasta dirijir el anteojo a A. Se vuelve a asegurar, i con el canto de la regla en B, se mueve la alidada

hasta que se dirije a la señal C i se traza B D. Ahora se coloca la regla en la línea C D i se hace jirar la tabla hasta bisectar la señal C, i se asegura bien, pues la plancheta ya está orientada.

Es evidente que el punto E está en algun punto de la línea C D; así que, con el canto de la regla en A, se mueve la alidada hasta bisectar a la señal A i se traza A E.

La interseccion de A E i C D será el punto deseado: pero hai que verificarlo poniendo el canto de la regla en B, dirijiendo la alidada a la señal B i trazando B E. Si estas tres rectas se cortan en el mismo punto, se está fijado. Pero si la plancheta no está exactamente en posicion, debido a los errores de observacion, las rectas trazadas por reseccion no interceptarán sino que jeneralmente formarán un pequeño triángulo denominado el *triángulo de error*, o tal vez dos rectas serán paralelas, interceptadas por la tercera. Ya sabemos lo que se llaman *gran triángulo* i *gran círculo*.

En el terreno, no es conveniente trazar todos los círculos que serian necesarios para determinar exactamente el verdadero punto; pero hai reglas sencillas mediante las cuales será posible estimar la posicion del punto verdadero i se podrá correjir el instrumento i trazar de nuevo las rectas de reseccion.

1.º Cuando la estacion ocupada está dentro del gran triángulo, el punto verdadero está dentro del triángulo de error.

2.º Cuando la estacion ocupada está fuera del gran triángulo, pero dentro del gran círculo, o cuando está fuera del gran círculo i el objeto del centro es el mas cercano de los tres, o cuando las tres señales están en línea recta, el punto verdadero está fuera del triángulo de error i al lado opuesto de la línea trazada de la señal del centro con la interseccion de las rectas de las otras dos señales.

3.º Cuando la señal del centro está la mas distante de las tres, el punto verdadero está al mismo lado de la línea de la señal del centro con la interseccion de las otras dos; pero en todo caso, el punto verdadero queda dentro del ángulo entre las rectas de las señales estremas que forman parte del triángulo de error o en su ángulo vertical, es decir, la línea que une el punto verdadero con la interseccion de las dos rectas estremas, siempre pasará por el triángulo de error.

Con estas reglas, la posicion aproximada del punto verdadero podrá determinarse de una mirada i se pone en evidencia la direccion en que debemos jirar la tabla.

Si el punto verdadero está a la derecha, se jira la tabla a la derecha: si está a la izquierda, se jira a la izquierda, i se trazan de nuevo las rectas de reseccion, formando otro triángulo de error, que jeneralmente será mui pequeño. En seguida otro pequeño movimiento de la tabla orientará bien el instrumento i se podrá seguir con el trabajo.

DETALLE DE LA COSTA CON LA PLANCHETA.

Supongamos la plancheta instalada i orientada en un punto que llamaremos X, cerca de la costa cuyo detalle se va a hacer. Se manda un ayudante adelante con instrucciones de parar la mira en cada punto notable que pasa. Deberá ponerse cada piedra, cada entrada de quebrada, desembocadura de rio, las puntas de cada caletita, en una palabra, cada irregularidad de la costa.

En la primera estacion el ayudante da frente a la plancheta i pone la mira vertical descansándola en el suelo. El observador pone el canto de la regla en el punto X, mueve la alidada hasta bisectar la mira. Ve el número i fraccion de divisiones comprendida entre los hilos horizontales, uno de los cuales estará en el cero de la mira. Con un compás, toma de la escala el número de centímetros o milímetros correspondientes a esta distancia, i lo aplica desde el punto X a lo largo de la regla, i clavetea la distancia. Hecho esto, hace una señal al ayudante, quien se dirije a la estacion siguiente, que se fija de la misma manera: i la costa se dibuja al ir de una estacion a otra, o, si es posible, desde la estacion ocupada. Si la plancheta está mas arriba o mas abajo de la mira, la distancia leida se reducirá a distancia horizontal antes de aplicarla en el papel. En cuanto el ayudante llegue al límite de la distancia de la mira, se le hace una señal prefijada, i el ayudante espera que la plancheta llegue a donde está, i en seguida se dirije al punto siguiente. El arrumbamiento de esta nueva estacion de la plancheta estará exacto, pero podrá haber un pequeño error de distancia, i la estacion tendrá que determinarse exactamente por el método de reseccion, i se sigue con el trabajo.

Hai que tomar gran cuidado con el papel. No se permitirá que se moje o que se desfigure. puesto que es el único rejistro del trabajo de la plancheta.



CAPÍTULO X.

SONDAS.

Deberá adoptarse algun plan antes de empezar el sondaje; el plan agregará mucho a su valor, i acarreará exactitud i pulidez. Se deberá sondar a intervalos regulares, sobre líneas paralelas imajinarias, que recorrerá el buque o bote i se fijará la posicion por medio de ángulos en varios puntos de la línea para que sea conocida las posiciones de las sondas. Si es posible, las líneas de sondas serán normales a la direccion jeneral de la costa, i se alejarán hasta cierta profundidad o distancia. En un puerto, naturalmente, las líneas serán mas numerosas que en una costa abierta, i en puertos de importancia, se sondará segun un segundo sistema de líneas perpendiculares a las primeras. Como regla jeneral las líneas deberán estar separadas por menos de 90 metros, pero en cualquier puerto no tendrán mas de 200 metros de distancia unas de otras, i en radas abiertas 400 metros. En la costa, la separacion de las líneas será de 800 metros. En el primer capítulo ya se ha dado un plan de sondas.

Las sondas se fijan por ángulos a tres puntos, de que ya se ha dicho algo al tratar del trasportador de sondas. Los ángulos se observarán con sextante.

En el uso del metodo por ángulos a tres puntos, hai que evitar dos cosas: ángulos pequeños i el gran círculo. Angulos pequeños son a veces inevitables, pero no deberán usarse jamas sino bajo las circunstancias mas favorables.

El error probable de un ángulo observado no depende de la distancia de las señales mientras éstas esten al alcance del anteojo del sextante; pero con dos objetos dados, la *variacion* de ángulo varia inversamente a la distancia; por consiguiente, el error probable de un ángulo producirá mayor error en *el punto* cuando las señales estan distantes que cuando estan cercas. Bien pues, como regla jeneral, se observaran señales cercanas para posicion, i lejanas para direccion.

En la práctica se sonda como sigue: Habiéndose adoptado un plan, se trazan las líneas de sondas en el cróquis del sondador, (que se describirá mas adelante), i el bote empieza al principio de la primera línea. Las señales o estaciones que se van a usar para tomar ángulos se escojen en el cróquis, i cuando el bote está cerca del principio de la línea, se parará, i tomando dos ángulos, se fijará. Si el bote no está en la línea o al principio de ella, se moverá en la direccion conveniente hasta que el punto fijado dé sobre la línea.

En seguida se parará el bote, se pondrá la proa en la direccion que tiene la línea, i se sondará.

Si se usa una lancha a vapor deberá estar provista de una corredera de patente. Se echará la corredera i se gobernará segun el rumbo dado por el cróquis.¿ Habrá un individuo de guardia en la corredera para que haga saber cuando se haya recorrido un décimo de milla; i su indicacion será una señal para que el timonel eche una escandallada, sin esperar mas órden de nadie. El observador de la corredera es el que mantendrá la línea de ésta clara de la hélice por si fuera necesario parar y dar atrás con la máquina.

El apuntador apunta cada indicacion de la corredera i cada sonda. A cada cuarto o quinto décimo de milla, se fijará la sonda por ángulos. Al observador de la corredera avisará cuando falte medio décimo de milla para llegar al lugar donde se deberá fijar la sonda, i los observadores de ángulos, de los cuales habrán dos a lo menos, medirán sus ángulos, manteniéndolos con los tornillos de tanjencia hasta que se llegue al décimo de milla, i en seguida tomarán simultáneamente sus ángulos al sondar, i los leerán.

El apuntador escribe los ángulos, *siempre escribiendo primero el ángulo de la derecha*, apuntará tambien la hora, la indicacion de la corredera i la sonda.

Se fijará inmediatamente el punto por el oficial del bote, i, si el bote está sobre la línea, se sigue a rumbo; pero si no está, se cambiará un poco el rumbo para tomar la línea en el punto siguiente que deberá fijarse. Se apuntará el nuevo rumbo en la columna de las observaciones.

Si el bote sigue la línea no es necesario medir ángulo sino cada media milla; pero si se cree que no está en la línea, se toman ángulos i se fija, pero sin apuntar los ángulos. Si muestran que el bote no está sobre la línea, se fijará la sonda

siguiente i se cambiará de rumbo. *No se cambiará el rumbo entre dos puntos que se fijan.* Se mantendrá el andar lo mas uniforme posible.

Tambien ahorrará mucho trabajo al fijar las sondas si no se varia el intervalo entre las posiciones fijadas, pero si se hace este cambio, se toman ángulos, i se fija al mismo tiempo, i se anota el cambio en la columna de las observaciones.

Cuando la profundidad impide que se pueda sondar verticalmente con el bote en marcha, se parará para cada escandallada. Cuando se hace necesario parar para sondar, se le dará órden al mecánico de parar i dar atras a la voz del observador de la corredera, sin esperar órdenes, i dar avante nuevamente en cuanto vé que el timonel ha medido la profundidad. Esto es para ahorrar tiempo i evitar confusion. Cuando se vá a medir ángulos, se le dará la órden de «Pára» al mecánico, i entonces esperará la órden de «Avante» que no será dada hasta haber fijado la sonda. En un bote a remo el popel tendrá las mismas instrucciones, i los demas bogas imitarán sus movimientos.

Al parar la embarcacion para tomar ángulos, es fácil mantenerla en la misma posicion, haciendo que el timonel arríe el escandallo al fondo i maniobrando de manera que se le tenga siempre teso i vertical. El oficial que fija la sonda deberá medir el ángulo de la derecha puesto que es el primero que se apunta. Al «Top», leerá su sextante i dirá su ángulo que será repetido en voz fuerte por el apuntador para evitar errores.

En seguida el oficial deja su sextante i pone su ángulo en el trasportador. Ya habrá sido leido el ángulo de la izquierda i está listo para ponerlo en el trasportador, despues de haberlo repetido el apuntador. Cuando se haya fijado la sonda i arreglado el rumbo que deberá seguirse, se dirá al apuntador las señales que se tomaron i él apuntará sus *nombres* en sus correspondientes columnas, frente a los ángulos. I asi en seguida hasta terminar la línea, i cuando se llega al fin de esta, se dirije al estremo mas cerca de la línea siguiente i se repite las mismas operaciones que anteriormente.

Cuando hai dos señales enfiladas, se puede fijar el bote midiendo un ángulo entre una de las señales enfiladas i otra tercera. No se dejará pasar una oportunidad de esta clase sin aprovecharse de ella, i se anota en el rejistro en la colum-

ña de los nombres, el hecho de estar entiladas dos de las señales. El signo convencional para esto es ΘΘΘ. i en el rejistro se anotará el ángulo así: Rojo, agudo i cono ΘΘΘ. Esto significa que el ángulo anotado es el formado por una señal denominada «Rojo» i otras dos entiladas, e inmediatamente debajo se escribirán los nombres de las señales que estan entiladas, escribiendo primero el nombre de la señal mas cercana.

Será fácil mantener el bote sobre la línea de sonda usando entilaciones. En el trabajo de un puerto donde las sondas son mui importantes, a veces se construyen objetos para que sirvan de entilaciones artificiales, pero jeneralmente habrá que usar entilaciones naturales. Si se puede obtener una entilacion natural, es mui fácil encontrarla de la manera siguiente: Supongamos el bote fijado en P i que P R (Fig. 30), es la línea que se debe seguir. Se coloca el centro del trasportador de sondas en el punto P con el brazo fijo sobre la línea P R. Se lleva el brazo izquierdo del instrumento al punto C i se lee el angulo C P R. Sobre un sextante se toma el suplemento de este ángulo (que será el ángulo S P C) i se vé qué objeto de la costa es cubierto por la imájen reflejada de C. Esto sucederá en T o en otro punto de la línea T S; i viendo que objeto distante está entilado con éste i siguiendo esta entilacion, se mantendrá fácilmente el bote sobre la línea P R. Si el bote está en R i vá a ir hacia la costa segun R P, se pone el centro del trasportador en R, un brazo sobre la línea P R i otro sobre la línea R C, se mide el ángulo P R C. Se pone

S
C
A
B
T
P
R

Fig. 30

sobre el sextante i se procede como anteriormente. En un rio o canal se puede obtener enfilaciones en la costa opuesta de esta manera, i asi se hace posible decir exactamente a qué punto de la la costa llegara el fin de la linea.

Siempre que se use enfilaciones, los objetos deberan estar lo mas separados posible por razones manifiestas. El objeto C tambien debera estar a bastante distancia para que un movimiento pequeño del bote no afecte de una manera apreciable la enfilacion.

Se hace una observacion en el rejistro cada vez que se pasa cerca de una piedra ahogada, bajo o sargazo, con la hora, indicacion de la corredera, y distancia estimada a la cuadra.

El trabajo de cada dia es indicado en el rejistro por las letras del alfabeto en sucesion, usando acentos cuando todas las letras han sido usadas una vez. Esto se llama la *marca del dia* i es mui util para referirse a una posicion o punto dado. Las posiciones fijadas en cada dia son numeradas consecutivamente, el primer punto de cada dia siendo el N°. 1. El simbolo $^{4}\surd_{D}$, por ejemplo, indicaria *la cuarta posicion fijada del cuarto dia de sonda*.

Cuando se sonda por intervalos de tiempo, el apuntador dice *sonda* cada medio minuto (u otro intervalo) i dará aviso de la hora para tomar angulos diciendo a la sonda anterior *Angulos a la próxima* (sonda).

Se entendera que al sondar por tiempo, el bote sigue la linea i se sonda a intervalos regulares de tiempo, cada medio minuto, cada minuto o cualquier intervalo que se haya adoptado: i a intervalos regulares por ejemplo cada cinco minutos, se toman angulos para fijar la sonda.

Este es el método que se sigue jeneralmente en una embarcacion a remos. Se mantendra el andar lo mas uniforme posible, llevando una boga regular que la jente pueda mantener. Las horas de las sondas, la calidad del fondo, el rumbo del compas, los angulos, nombres de las señales, etc., se apuntarán en sus columnas respectivas. Tambien se anotará en la columna de las observaciones, el estado del tiempo, la direccion i fuerza del viento i corrientes si las hai, i el estado del mar: i al empezar i terminar una linea, la demarcacion i distancia aproximada de la señal importante mas cercana. En la columna de los rumbos, frente a cada situacion se dará el rumbo *desde* esta situacion. En las sondas en botes se anota

el rumbo del *compas*, i en el buque, donde se conoce el desvio, el rumbo magnético, i se tarja una de las palabras *compas* o *magnético* del titulo de la columna, segun sea necesario.

En cada situacion es conveniente medir la altura angular de la señal mas elevada, para ayudar en la determinacion de su altura.

A continuacion se dan dos modelos de hojas de rejistro de sondas (una abertura de la libreta), que darán una idea del rejistro i manera de llevarlo.

A veces sucederá al empezar i al terminar una línea que el bote esté cerca de la costa i en una posicion desde donde no se puede tomar ángulos. En tal caso, se empieza la línea como anteriormente, pero sin ángulos, i tan luego como se puede, se situará por ángulos, i despues de dos o tres sondas se situará de nuevo. El estremo de adentro de esta línea se traza en la prolongacion de la linea entre las dos situaciones, i se sitúan las sondas de esta parte como se sitúan las entre dos posiciones cualquieras. Al terminar una línea cerca de la costa, se hace la operacion invertida. Si solamente se puede medir un ángulo, será mui útil para fijar la última sonda, puesto que entonces podrá ser fijada por el rumbo, distancia, i un ángulo.

Es un buen plan que el observador que no fija la sonda, tome lo mas rápidamente posible un tercer ángulo a la izquierda de la señal del centro, despues de leer su primer ángulo. Servirá de verificacion.

Se usarán las mismas señales mientras den buenos ángulos i esten bastante visibles; porque, como el ángulo entre dos señales jeneralmente varia regularmente a medida que el observador se acerca o se aleja de ellas, se notaria inmediatamente un error de lectura por la irregularidad de la variacion. Si un angulo varia mui poco, es porque se está moviendo casi paralelamente a su círculo. Si los dos ángulos varian mui poco, sus círculos son casi paralelos entre si, i la situacion será mui mala.

Entonces deberán acojerse otras señales inmediatamente.

Antes de fijarlas en la carta definitiva, las sondas deberán estar reducidas al mismo plano de referencia, aplicandoles la correccion de la marea. El plano de referencia jeneralmente es el de la mas baja marea, i se determina por una serie de observaciones de la subida i bajada de la superficie, que se

describirán mas adelante en el capítulo de las observaciones de marea.

Al fijar las sondas, se fijan primero los puntos desde los cuales se tomó ángulos, i se unen estos puntos por rectas trazadas lijeramente con lápiz. No hai ninguna dificultad en fijar los puntos con el trasportador, pero se hará con todo cuidado. Cuando el punto que se va a fijar está cerca de las señales observadas, no se podrá usar el trasportador porque una o mas de las señales estarán tapadas por el centro del instrumento. En este caso se trazará los ángulos en una hoja de papel de calco i se usará la hoja como trasportador. De esta manera se pueden trazar varios ángulos a la vez.

Se fijan todas las posiciones, marcando cada una de ellas con una claveteada de aguja i un pequeño círculo, i el número de la posicion se pondrá al lado. Tambien se pondrá la marca del dia al lado de cada quinta posicion, i al lado de la primera i última posicion del dia. Enseguida se pasa tinta a todo i se unen los puntos fijados en líneas trazadas a lápiz. Se usarán distintos colores para distinguir entre el trabajo del buque i el de los botes.

Hemos estado hablando nada mas que del cróquis para el bote. Las marcas ausiliares no se pondrán en la carta definitiva.

Cuando se han fijado todas las posiciones, se colocan las demas sondas, se pone la profundidad con tinta negra al lado de cada sonda, i se pone la calidad del fondo a intérvalos.

CRÓQUIS PARA LOS BOTES

La triangulacion principal, o al menos aquella parte de ella que está cerca del tramo de costa donde está colocando sus señales el triangulador secundario, se trazará segun una escala grande para tenerla lista para el triangulador secundario, cuando este regrese a bordo despues de haber colocado sus señales. En esta hoja fija las señales que ha establecido, i estas juntas con otros puntos de la triangulacion se traspasarán a otra hoja que, una vez trazado el contorno de la costa, constituye el cróquis de sondas. Nunca se usará papel blanco por que el reflejo cansaria i terminaria por arruinar la vista del fijador.

APUNTADOR: F. E.

DIA: A.

HORA	OBSERVACIONES
A. M. 7 h 45	La línea empieza unas 4 millas al ONO de Punta Negra △ sondando con cabo
	Buen tiempo. Viento suave del NE· Mar llana
7 5	Se cambió rumbo N$\frac{3}{4}$O
7 5.	Se cambió intervalo Se cambió rumbo NO
8 0(	Se cambió intervalo Sondando con alambre
8 07	Se cambió rumbo N$\frac{1}{4}$E
8 15	
8 33	Se cambió rumbo N$\frac{1}{2}$O

LOCALIDAD................................ OBSERVADORES: A. B., C. D. APUNTADOR: F. E.

FECHA..................... 19...... BUQUE.......... .... SONDADOR: G. H. DIA: A.

Hora	Lectura de la corredera	Dist. intervalo	Número de posición	Sondas Orijinal Metros	Sondas Reducida Reducción	Sondas Reducida Metros	Calidad	Rumbo magnético	Obser-vador	N° de posición	Angulos	Objeto Derecha	Objeto Izquierda	Observaciones
A. M.			1											
7 h 45 m	38 .5		√	15	0 5	14 5	a	N½O	AB CD CD	√	41 17 00 36 58 00 73 22 00 1° 02 20	Alto Claro Clave (Altitud)	Clave Rojo Ultimo Alto	La linea empieza unas 4 millas al ONO de Punta Negra △ sondando con cabo
	6	.1		16.	0 5	15 5	a	id.						Buen tiempo. Viento suave del NE· Mar llana
	.7	.1		18.	0 5	17 5	C	id.						
	.8	.1		19	0 5	18 5	C	id.						
	.9	.1	2	19	0 5	18 5	C	id.		2				
7 50	39 .0	.1	√	18	0 5	17 5	C	N¼O	AB CD	√	38 41 00 75 10 00 2° 27 10	Alto Clave (Altitud)	Clave Silla Silla	Se cambio rumbo N¼O
	.1	.1		18.	0 5	17 5	a	id.						
	.2	.1		19.	0 5	18 5	a	id.						
	.3	.1		20	0 5	19 5	a	id.						
	.4	.1	3	20	0 5	19 5	a	id.		3				
7 55	.5	.1	√	22	0 5	21 5	F	NO	AB CD	√	48 12 00 35 28 00	Ultimo Silla	Silla Rosa	Se cambio intervalo Se cambio rumbo NO
	.7	.2		24.	1 0	23	F	id.						
	9	2		27	1 0	26	F	id.						
	40 1	2		30	1 0	29	F	id.						
	3	2	4	33	1 0	32	F	id.		4				
8 00	5	2	√	36	1 0	35	F	id.	AB	√	58 40 00 Buena y Rosa	Alto	000 000	Se cambio intervalo Sondando con alambre
	41 0	.5		45	1 0	44	F	id.						
8 07	41 5	.5	√	49	1 0	48.	F	N¼E	AB CD	√	34 27 00 39 25 00	Cacique Chimenea	Chimenea Buena	Se cambió rumbo N¼E
	42 0	.5		53	1 0	52	F	id.						
8 15	5	.5	√	56	1 0	55	F	id.	AB CD	√	32 15 00 37 40 00	Cacique Chimenea	Chimenea Buena	
	43 0	.5		57	1 0	56	F	id.						
8 33	5	.5	√	60	1 0	59	F	N½O	AB CD	√	58 25 00 49 35 00	Alto Ultimo	Ultimo Buena	Se cambio rumbo N½O

Al elejir una escala para el cróquis se tomarán en cuenta las siguientes consideraciones:

1°. La distancia entre las líneas de sondas.

2°. El número de sondas que deberan fijarse en una lonjitud dada de la línea.

3°. El espacio disponible en el bote para el cróquis.

Una escala que deja dos centímetros entre las líneas de sonda es una buena escala. Escalas mayores siempre son mejores, tanto para exactitud como para la rapidez en situarse.

Un cróquis de sondas, listo para usar, deberá llevar lo siguiente:

1°. Todas las señales de la costa i en el mar, bien fijadas con circulitos rojos.

2°. Todas las estaciones de la triangulacion principal comprendidas dentro de los límites del cróquis en pequeños triangulos equiláteros con tinta negra.

3°. Las circunferencias de las estaciones secundarias que han sido ocupadas llevaran un triángulo inscrito.

4°. El contorno de la costa a lapiz.

5°. Las posiciones aproximadas de piedras ahogadas, arrecifes, i rompientes, etc. que han sido fijadas por la triangulacion secundaria, se dibujarán i describirán con lapiz.

6° Una pequeña nota con lapiz al lado de cada señal i al lado de tierra, describiendo la señal, tal como, *Manchon de cal sobre una piedra. Asta con bandera roja. Primer árbol al sur de la desembocadura del rio.* etc.

7°. Se anotará con lapiz cualquiera señal cuya posicion sea incierta.

8°. Las líneas de sonda que deberan seguir los botes se trazaran mui finas i con lapiz.

9°. Una rosa con tinta negra al lado de tierra de la costa i cerca del centro de la hoja, i graduada en cuartas de cuarta.

10 Una escala de millas i décimas de millas o fraccion mas pequeña segun los intervalos entre sonda i sonda.

Esta escala irá cerca del márjen superior del cróquis i con tinta negra.

11. Los contornos de cualquiera parte ya sondada, i que no se deberá sondar mas, se trazarán con tinta. Los contornos con lápiz pueden ser borrados i trazados exactamente por el oficial del bote a medida que el trabajo los va dando a conocer.

Las notas con lápiz, desde que solo le sirven de guia, podrán borrarse al pasarlas i a lo que ya conozca las señales el oficial.

Hai diversidad de opiniones sobre la mejor manera de asegurar el croquis al tablero. Unos creen que deberá pegarse con engrudo. Otros que es mejor usar chinches.

Tomando todo en cuenta, en lugares donde haya probabilidades que se moje el croquis, tal vez será mejor usar chinches; porque si se moja una hoja pegada con engrudo, se levantará en el medio, mientras si está sujetada con chinches, es fácil estirarla de nuevo. *En todo caso, el tablero llevará una tapa de lona clavada en su canto superior, i llevará una tira de plomo en las relingas.* No deberá olvidarse que el croquis no es tanto un rejistro del trabajo, que como guia para el oficial del bote.

DISPOSICION DEL TRABAJO.

Se desarrolla mejor un canal con líneas que lo crucen perpendiculares a sus ejes, pero si hai corriente fuerte, llevar un sistema de ziczacs por el canal, contra la corriente i se vuelve con una línea de sondas a medio canal; entonces se lleva otro sistema de ziczacs que cortará el primer sistema mas o menos a medio canal.

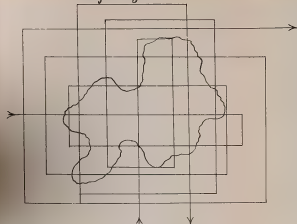
Bajos, lugares de fondo peligroso i obstrucciones se desarrollarán por dos sistemas de paralelas que se corten bajo ángulo recto. La distancia entre las líneas dependerá de la frecuencia de las sondas, i la frecuencia de las sondas dependerá de la importancia comercial del lugar levantado, de la calidad del fondo, i la sinuosidad del canal.

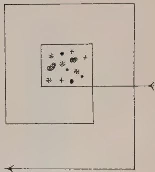
En un puerto importante las líneas de sonda no deberán estar separadas unas de otras por mas de 180 metros, i estas líneas deberán ser cruzadas por otro sistema semejante; i además de estos dos sistemas, bajos i obstrucciones se desarrollarán por otros sistemas mas de acuerdo con la localidad. Las figuras 31 i 32 demostrarán sistemas mediante los cuales se pueden desarrollar bajos, etc.

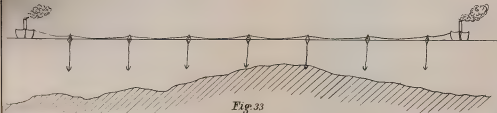
A veces pueden existir piedras ahogadas tales que su presencia no es indicada por ninguna irregularidad en las sondas. Si se sospecha su existencia, se rastrearán.

Dos botes remolcan el seno de una cadena chica o de una sondalesa convenientemente lastrada, i se mueven lenta-

rápido i mucho mas exacto.







rápido i mucho mas exacto.

Se ha encontrado que el plan siguiente da mui buenos

mente por la localidad sospechosa i tratan de engancharlas con el seno.

En rios i lagunas angostas i sinuosas cuyos canales son poco conocidos, la disposicion del trabajo se dejará a la discrecion del oficial del bote.

Trabajando en la costa abierta, será suficiente un sistema de líneas normales a la direccion jeneral de la costa. No se recomienda cruzar estas líneas ninguna otra, a no ser que sea para desarrollar algun bajo, porque a causa de la marejada, las sondas de dos sistemas distintos diferirán en unos dos metros o mas, dando lugar asi a confusion i pérdida de confianza en el trabajo hecho. En los puertos, las sondas de los diferentes sistemas no deberán diferir en mas de 25 centímetros despues de haberles hecho la correccion de la marea.

Si al sondar una costa abierta, se encuentra un fondo iregular de piedra, para asegurarse de que no exista ningun penacho que de otra manera escaparia ser fijado, conviene adoptar algun plan semejante al siguiente: A cada una de una cantidad de boyetas (veinte o mas) se amarra un anclote o rezon con unos 50 metros de línea, i se amarran las boyetas a una sondaleza (véase Fig. 33), manteniendo una distancia igual entre las boyas de unos 200 metros. El buque se dirije hacia barlovento del lugar sospechoso i se arrían las boyas, líneas i rezones al agua. Cada chicote de la línea es tomado por una lancha a vapor i se teza la línea a travez del viento. Entonces se deja abatir todo el aparato, conservando las lanchas la direccion i regulando el abatimiento. Si uno de los anclotes agarra en el fondo, se notará inmediatamente por la inclinacion de la boya respectiva, i la vecindad inmediata se examinará prolijamente.

Sondar desde el buque con sondaleza de cabo.

Toda sonda de 50 metros o menos, se mide jeneralmente con el escandallo ordinario. Para profundidades mayores, se hace necesario parar el buque para tener escandalladas verticales, en cuyo caso el escandallo de alambre es igualmente rápido i mucho mas exacto.

Se ha encontrado que el plan siguiente dá mui buenos resultados sondado con sondaleza de cabo. (Vean fig. 34).

Se asegura una percha con galápago o canal en un es-

tremo a una parte conveniente de la aleta del buque jeneralmente en la prolongacion de un pescante de bote: i un tangon corto que sobresale del castillo i asegurado con amantillo, barbiquejo i vientos inmediatamente a proa del palo trinquete, tiene un galapago o ranura semejante.

Se toma un cabo de alambre de 15 m m de diámetro con una gaza en cada estremo: el estremo de popa de este cabo se asegura a popa de la percha, pasa por los galapagos de la percha i tangón i se tesa i asegura a proa del tangón. Se asegura un trozo de madera al cabo para que haga fuerza sobre el tangón (véase la figura).

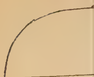
Por este cabo de alambre corre un carro que se compone de un trozo de madera de 45 cm. de largo, 25 cm. de ancho, i 8 de grueso, i lleva un gancho en su estremo inferior, de manera que el gancho atraviesa una ranura traversal en el canto inferior del carro. Por el estremo de proa del carro proyecta un perno que al empujarlo para adentro echa atras el gancho i abre la ranura.

El perno se mantiene alejado del gancho por medio de un resorte. Cada estremo del carro lleva una rabiza larga, mediante los que se lleva al carro hacia proa o hacia popa. (Véase la figura 35).

El escandallo lleva dos pernadas, una corta a la cual se asegura la sondaleza i otra de unos 50 cm. de largo que tiene un guarda-cabo de fierro con un chicote por la cual se engancha el escandallo al carro, retirando el gancho por medio del perno, colocando el guarda-cabo en la ranura i dejando que el gancho lo tome. La sondaleza, despues de pasar por un retorno de la percha, se lleva al tambor donde se aduja. Para sondar, se engancha el escandallo al carro, i éste se lleva rápidamente hacia proa, hasta que el perno topando con el trozo de madera por la cara de popa del tangón, echa atrás el gancho i cae el escondallo. Sondando con el buque, presta tanto servicio una máquina para virar la sondaleza que se ha hecho casi indispensable.

Lanchas a vapor i sus tripulaciones

Las lanchas a vapor para espediciones hidrográficas deben ser naturalmente, buenas para la mar. Deben tener máquinas dobles i de condensadores de quilla. Tendran tambien cajas







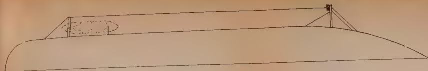


Fig. 34

Fig. 35

de aire a proa i popa i estan provistas de castillos en forma de concha. Deberán tener mas obra muerta que la lanchas ordinarias i quillas laterales para protejer los condensadores. Los estanques de agua seran lo mas grande posible: i tendrán tambien un montaje fijo para el compas.

Siempre se llevará un rotador de repuesto para la corredera.

La tripulacion de una lancha hidrográfica i sus deberes son los siguientes:

TRIPULACION	OBLIGACIONES
Oficial mas antiguo........	Observador, mando jeneral.
id menos »............	Observador i fijador.
Patron......................	Gobierno i vijilancia al esterior.
Apuntador	Al cargo de los rejistros.
1.º i 2.º timonel	Toman las sondas, ya sean a mano o carretel de alambre.
Observador de la corredera	Lee las indicaciones de la corredera, cuida la línea al parar.
Mecánico......................	Injeniero de la lancha.
Carbonero	Fogonero de la lancha.

Instrumentos i artículos.

Para trabajar en la lancha a vapor, habrá un transportador de las sondas, sextantes en sus cajas. un compas de gobierno. un reloj, anteojos jemelos, compases i regla graduada, una cajita con lápices, chinches i gomas de borrar, papel o tela de calco para fijar las sondas al estar cerca de las señales. una corredera de cuadrante. escandállos i sondalesas, un carretel con sondaleza de alambre, tenazas o alicates, una lima. hilo de velas para ajustar línea muerta, i el cróquis de sondas asegurada a un tablero i provisto de una tapa de lona para que no se moje.

A causa del movimiento del bote i del reflejo de la luz del cróquis, se necesitaria demasiado tiempo para fijar las sondas con exactitud. Lo que es necesario es una situacion rápida i moderadamente exacta. Por consiguiente el trasportador de ondas para uso de botes debe ser de construccion solida, de

graduacion bien visible i definida, i los vernieres bien marcados para que se puedan leer sin lentes. Los brazos seran tan largos como lo permite la rijidez i su manejabilidad.

Se tendrá mucho cuidado en el manejo del sextante. Es *necesario verificarlo a lo ménos dos veces al dia*, antes de empezar i al terminar el trabajo del dia, i en cuanto se cree que puede haber variado. Es de lo mas conveniente, sobre todo para el que hace el trabajo de oficina, que el error instrumental sea cero. En jeneral no deberá usarse ni el anteojo ni el tubo, pues la seguridad del instrumento requiere que sea *guardado en su caja antes de fijar la sonda*, i el movimiento del bote hace necesario medir los ángulos rápidamente.

Se necesita mucha esperiencia i práctica para poder tomar ángulos horizontales bajo circunstancias difíciles como el movimiento del bote i lo indistinto de las señales. Cuando el objeto reflejado no se vea mui definido, se escoje algun objeto notable tan cerca como sea posible, como *buscador*, i cuando se refleja el *buscador* se sabe que la señal está cerca i en que direccion. Cuando las señales estan indefinidas a causa de clima u otros motivos, para no fatigar la vista se disminuirá el andar del bote. A no ser que el fondo sea mui iregular se tomarán ángulos a intervalos mayores. Con un andar reducido, estos intervalos mayores corresponderán mas o menos a las distancias usuales. Acostumbrase a usar indistintamente el ojo derecho o el izquierdo.

El compas ordinario de bote no tiene fuerza directriz suficiente, i es demasiado pequeño para poder gobernar bien con él. Cada bote deberá tener un compas de líquido del tamaño usual de los compases de gobierno para buque. Se colocará en un lugar conveniente para el patron, i es mui importante que el montaje sea rijido i permanente. Conviene tambien formar tablas de desvío para los botes i entonces en el rejistro se anotarán los rumbos magnéticos, i asi se podrán usar para fijar puntos por el rumbo i la distancia. Naturalmente el primer rumbo al empezar una línea de sondas se determina por tanteos, i se corrijirá por los puntos fijados a medida que avanza el trabajo. Entonces el rejistro servirá de guia para lo sucesivo, desde que todas las líneas son paralelas, o al ménos deben serlas.

El reloj debe tener un secundario grande. Se compara con

el reloj del buque antes de salir i despues de regresar a bordo: cuando el buque está a la vista, hará señales horarias a las 8 A. M. medio dia i 4 P. M.

Todo escandallo debe tener su sondaleza propia. El peso de los escandallos de mano deberá ser proporcionado al trabajo que se va a hacer. Seis libras es bastante liviano para bajos fondos. En aguas profundas i corrientes fuertes se usará el mayor peso que el timonel pueda bolear sin cansarse demasiado. Un cambio de un escandallo de siete libras por uno de diez, hará trabajar demasiado una sondaleza delgada, i tambien un escandallo pesado en una línea delgada cortará las manos del timonel.

Siempre se llevarán escandallos de repuesto en el bote.

Distancias por corredera, asi como rumbos del compas e intervalos de tiempo, no tienen sino un valor relativo. Con mar llana i un andar de cinco millas, la corredera marcará bien: pero con mar por la proa, o cuando hai corriente, no se puede tener confianza en las indicaciones de la corredera.

El carretel para sondar con alambre se compone de un tambor de fierro, cuya circunferencia tiene una braza de desarrollo, montado jeneralmente al lado de babor de la lancha, inmediatamente a popa de la máquina, El montaje es como sigue: Una plancha de fierro de 35 × 60 cm. i de 6 mm de grueso tiene un rebajo en su parte delantera para que pueda pasar el alambre. Los soportes son de fierro de 1 cm. de grueso i de la forma que indica la figura 36, i asegurados por pernos a las esquinas de la plancha. Los muñones para el eje del carretel estan asegurados a los soportes por los mismos pernos que aseguran las sobremuñoneras. Hai una ranura larga en el centro de la plancha por donde pasa el perno que asegura todo el aparato. Mediante esta ranura se puede entrar o zallar la máquina. Esta descansa sobre una plataforma como 30 cm. encima de la borda, i está asegurada a la bancada que separa la máquina de la cámara. La plataforma es de madera dura como de 35 cm. cuadrados i 5 cm de grueso. Está asegurada por cinco estais de fierro de 6 mm de grueso 35 mm de ancho. Dos de ellos van de las esquinas esteriores de la plataforma, a popa i a proa i van empernados a la regala. Otros dos van de las esquinas interiores a la regala i estan empernados al lado de adentro i a la altura de los otros dos. El quinto estai que es un poco mas resistente, parte del

medio del canto interior i está empernado a la bancada: e fácil montar o desmontar la máquina, i cuando está desmon tada, la plataforma es un buen piso para entrar o salir de l lancha.

En la parte de proa del eje del carretel hai una rueda livia na como de 30 cm de diámetro con ranura, i hai una rued semejante en el eje de la máquina, en el mismo plano tras versal. Estas dos ruedas estan unidas por un cabo sin fi que tiene el juego suficiente para que pueda andar la maqui na sin hacer funcionar el carretel.

Por medio de un moton de rabiza se puede levantar un parte de la correa, tesándola asi i trasmitiendo el movimient del eje al carretel. De esta manera se enrolla el alambre co la velocidad que se desea hasta llegar al máximum, al ir d una posicion de sonda a otra.

Para enrollar el alambre hai una pasteca de bronce co una roldana de 12 cm. de diámetro i 12 mm. de ancho, qu se engancha a un cáncamo del estai de proa de la plataforma de manera que al quedar horizontal la pasteca a causa de l tension del alambre hacia popa, la ranura de la roldana qued inmediatamente debajo de la ranura del tambor. La roldan entra como 3 mm en cada quijada del motón para que e alambre no se muerda entre la quijada i la roldana.

El rejistro o indicador es una plancha circular de bronc de 5 mm. grueso, que tiene 100 dientes en su circunferen-cia i 100 divisiones iguales en su esfera. Va asegurada a un plancha vertical sobre una de las sobremuñoneras i jira po medio de un tornillo sin fin en el eje. Tambien va asegurad a la plancha vertical una plancha mas chica de bronce com de 4 o 5 c m de diámetro, i un teton de la plancha circula grande entra en ranuras de la menor i la hace indicar cad revolucion completa de la esfera superior o sea cada 100 vuel-tas del eje. Jeneralmente se usa un escandallo de 14 libras co esta máquina.

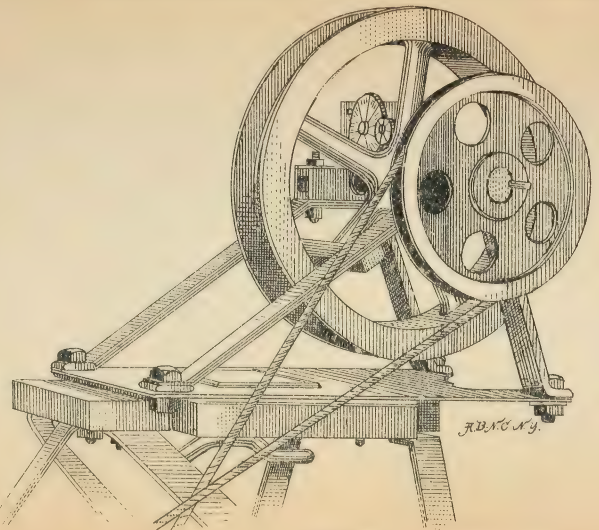


Fig: 36

CAPÍTULO XI.

SONDAS CON ALAMBRE

En un levantamiento hidrográfico todas las sondas mayores de 60 metros tomadas por el buque, i las mayores de 30 metros tomadas por los botes, deberán ser con sondaleza de alambre.

Todos los escandallos mecánicos consisten esencialmente de un tambor que lleva el alambre, un indicador que da la cantidad de alambre arriada, un aparato para regular la velocidad del tambor al arriar alambre, i una pequeña máquina para cobrar el alambre.

Como son bastante conocidos la construccion i usos del escandallo de Lucas, omitiremos su descripcion. Este escandallo tiene un indicador que da aproximadamente el número de brazas de alambre que pasa por el indicador.

Sin embargo es mas exacto un indicador que da el número de vueltas del tambor. En este caso, el diametro del tambor deberá ser tal que su circunferencia tenga por desarrollo una braza menos una pequeña correccion debida al diámetro del alambre usado. Los escandallos entregados a buques hidrográficos, deberán tener una capacidad para contener de 8,000 a 10,000 brazas de alambre. Los escandallos para lanchas a vapor no llevarán mas de 300 brazas. El alambre debe enrollarse por capas regulares, porque si no es así, el alambre se dobla i es mui fácil que se rompa.

El alambre jeneralmente usado para sondas se aproxima mucho al N.° 22 de la escala de alambre de Birmingham, usado en las esperiencias de Sir Wm. Tomson. El alambre usado por el *Albatross* en sus esplotaciones de aguas profundas fué entregado por un fabricante de Worcester, Mass, i se llama del «N.° 11 Music». Tiene un diámetro de 0.028 pgds. i es casi del mismo tamaño del N.° 22 Birmingham.

Los escandallos usados tienen jeneralmente un peso de 40 libras i tienen gazas a las cuales se asegura la línea muerta. Se prefiere para esta línea muerta unas 8 brazas de driza de señales. Se ajusta al alambre de la manera siguiente. Se afila la punta del alambre con una lima. Se deshace unas dos pulgadas del chicote del cabo. Se introduce como dos plgds. del alambre en el centro del chicote, sacando la punta por un lado. Se saca un metro del alambre i se pone la parte deshecha del cabo i el alambre en una prensa i se teza bien el cabo. Con el mismo alambre se le toma unas 10 vueltas redondas al cabo inmediatamente encima del punto por donde sale, i se vuelve a meter la punta del alambre por el cabo, tezándolo bien. Se vuelve a meter en sentido opuesto, i se toman otras 10 vueltas, pero en sentido contrario a las primeras vueltas. Enseguida se mete la punta del alambre varias veces por el cabo i se rompe. Se forra una pequeña parte con hilo de velas. Se adelgaza la parte deshecha del cabo hasta terminarlo en punta i se forra con hilo de velas.

Para ajustar los alambres se afilan bien las puntas con lima. Se sobreponen los estremos unos 20 centímetros, i se da una barbeta con alambre fino recocido uno de los chicotes, dejando libre la punta afilada. Se toman cuatro vueltas con el otro estremo i se da otra barbeta. Se pasan las puntas afiladas por sus arraigados respectivos, usando pinzas para tezarlo bien. Enseguida se derrite estaño i por este estaño derretido se pasa la costura hasta cubrirla bien, i se arregla bien la soldadura con lija, limas, etc.

El indicador se compone jeneralmente de tres ejes pequeños montados en un marco de bronce, que llevan ruedas dentadas que engranan entre sí i que llevan índices que recorren esferas graduadas. La rueda inferior tiene 100 dientes i engrana con un tornillo sin fin en el eje del carretel. Cada esfera graduada tiene 100 divisiones. Cada division de la esfera inferior representa una vuelta del carretel. El segundo índice da una revolucion por cada 10 del primero, i el tercer índice da una revolucion por cada 10 del segundo.

El ancho del tambor debe ser tal que se puede enrollar unas 100 vueltas de alambre sin montar ninguna vuelta, i entonces es evidente que se ha aumentado el diámetro del tambor en dos veces el grueso del alambre: así que cada vuelta de la capa siguiente será un poco mas largo que la anterior.

Teniendo el carretel 22,89 diámetro, i el alambre 0.028 plgds. diámetro, la primera capa de alambre sera de una braza por vuelta, la capa siguiente un poco mas, i así enseguida hasta que cuando el tambor está lleno, habrá un error de 10 plgds. por vuelta. Por consiguiente, como el indicador indica solamente el número de vueltas, será necesario aplicar una pequeña correccion a la lectura para obtener la verdadera profundidad.

Para determinar esta correccion el alambre deberá ser medido al enrollarlo haciéndolo pasar por un carretel exactamente semejante al carretel de servicio.

Se monta el carretel de servicio, se apuntan sus manivelas i todo se limpia, aceita i examina cuidadosamente para ver que todo trabaja bien. El carretel medidor se coloca inmediatamente detras del servicio i el tambor en que viene el alambre se coloca mas atras aun, i alineado con los dos. Se toma el chicote del alambre i se la hace tres o cuatro vueltas alrededor del carretel medidor de manera que su indicador marque en el sentido de la numeracion i no al reves, mientras se traslada el alambre. Enseguida se lleva el chicote del alambre al carretel de servicio i se asegura el agujero que hai a propósito. Se teza bien el alambre i se ponen los dos indicadores en cero i, se da vuelta a las manivelas del carretel de servicio para enrollar el alambre. El apuntador da el *Top* a cada 50 brazas indicadas por el carretel medidor, el oficial al cargo de la operacion lee el indicador del carretel de servicio, i habiendo apuntado las dos lecturas, la diferencia da el error en este punto. Siguiendo este procedimiento hasta llenar el carretel se obtienen datos con los cuales se forma una tabla de correcciones. Esta tabla sirve siempre para el mismo carretel o para otros carreteles del mismo tamaño, siempre el tamaño del alambre sea el mismo.

Tambien conviene hacer una curva de correcciones que se pondrá en un marco para que sirva de verificacion a las tablas que jeneralmente se copian en el rejistro para el uso diario. La tabla siguiente tomada de los datos de los rejistros del *Albatross* servirá para indicar la construccion i a uso de la tabla.

N.º de vueltas del carretel de servicio	Nº del carretel medidor	Diferencia en brazas +	Nº. de vueltas del carretel de servicio	Nº. del carretel medidor	Diferencia en brazas +	Nº de vueltas carretel de servicio	Nº del carretel medidor	Diferencia en brazas +	Nº de vueltas carretel de servicio	Nº de carretel medidor	Diferencia en brazas +
50	50	0	800	804	4	1550	1568	18	2300	2347	47
100	100	0	50	854	4	1600	1619	19	50	2399	49
50	150	0	900	905	5	50	1671	21	2400	2451	51
200	200	0	50	956	6	1700	1723	23	50	2503	53
50	250	0	1000	1007	7	50	1775	25	2500	2555	55
300	301	1	50	1058	8	1800	1827	27	50	2607	57
50	351	1	1100	1109	9	50	1879	29	2600	2659	59
400	401	1	50	1160	10	1900	1931	31	50	2711	61
50	451	1	1200	1211	11	50	1983	33	2700	2763	63
500	502	2	50	1262	12	2000	2035	35	50	2816	66
50	552	2	1300	1313	13	50	2087	37	2800	2869	69
600	602	2	50	1364	14	2100	2139	39	50	2922	72
50	652	2	1400	1415	15	50	2191	41	2900	2975	75
700	703	3	50	1466	16	2200	2243	43	50	3028	78
50	753	3	1500	1517	17	50	2295	45	3000	3081	81

Ejemplos.

Se echó una sonda, marcando el indicador 2450 vueltas. ¿Cual es la profundidad en brazas?

N.° de vueltas que tiene el carretel...	3000,	corr. +81
N.° de vueltas leidos....................	2450,	
Vueltas que quedan en el carretel......	550,	corr. — 2
Correccion para 2450 vueltas............		+ 79
N.° de vueltas leido......................		2450
Profundidad en brazas..................		2529

La curva como asimismo la tabla se construirá para la mayor lonjitud de alambre que lleva el carretel, i entonces podrán ser usadas para cualquiera lonjitud inferior. En la figura siguiente la curva se ha construido para una lonjitud de 2,500 vueltas de alambre.

Vamos ahora al uso de la curva (véase la figura). La lonjitud del alambre del carretel es evidentemente 2,500 + AB, o sea 2,555 brazas. Supongamos que al tomar una sonda hayamos arriado 1,550 vueltas. Se toma la distancia correspondiente a 1,550 vueltas sobre B, lo que nos dará el punto C. Midiendo la distancia entre C i D, el punto en que una perpendicular a C corta la curva, i encontramos 49. Entonces la profundidad será 1,599 brazas: porque, siendo la lonjitud total del alambre igual a 2.500 + AB, si arriamos 1,550 vueltas, la cantidad de alambre que queda sobre el carretel será 950 + ED. Entonces la sonda será 1,550 + AB—ED = 1,550 + CD.

Supongamos ahora que al sondar hayamos perdido 350 vueltas de alambre. Será necesario correr el punto B mas arriba una distancia correspondiente a 350 vueltas, al punto B′. La cantidad de alambre que nos queda en el carretel es 2,150 + A′ B′, i si, al tomar una sonda, arriamos 850 vueltas, se toma a partir de B′ una distancia equivalente a las 850 vueltas, lo que dará el punto C′, i se determina la distancia entre C′ i D′ que es 28 brazas. Entonces la sonda es de 850 + 28 = 878 brazas.

A las vueltas de la línea muerta se da el mismo valor que a las vueltas de alambre. Esto no es exato, pero como hai tan pocas vueltas de línea muerta, la diferencia es despreciable.

MODO DE TOMAR LA SONDA

Al tomar sondas profundas, es importante colocar el buque en tal posicion que sea fácil maniobrarlo para mantener el alambre vertical. En la mayoria de los buques, esta posicion es presentar la popa al viento i a la mar. Si hai mucho viento i mar, las máquinas se pueden poner atras poco a poco. Se entiende que el escandallo está colocado en el puente de gobierno a babor, que es jeneralmente su mejor colocacion. El buque deberá pararse bien ántes de sondar.

Se arria el escandallo hasta que toque al agua, i se pone el indicador en cero. Cuando todo está listo, se permite jirar el carretel i arriar alambre. El operador mantiene su mano lijeramente afirmada en la palanca del freno, i observa el alambre para notar si queda en banda. Un individuo toma el alambre con un pedazo de lona i lo acerca lijeramente a su cuerpo para que haga un poco de presion sobre su mano a medida que va saliendo.

Si el alambre queda en banda, por estar saliendo demasiado lijero, este individuo notará inmediatamente la disminucion de la presion i avisará al operador que aplica un poco el freno para disminuir la velocidad.

Cuando el escandallo toca el fondo el individuo que tiene el alambre nota el golpe e inmediatamente retira su mano para recojer el seno del alambre. El operador aprieta con fuerza el freno, deteniendo inmediatamente el carretel. Se da una pequeña vuelta de la máquina para recojer el seno del alambre i se lee el indicador.

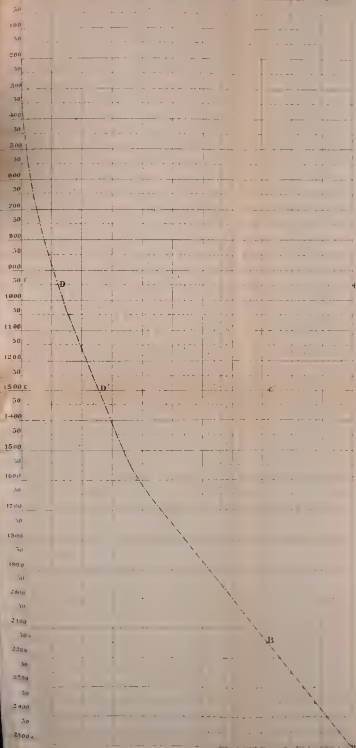
Enseguida se guarne el alambre por la pasteca, i se empieza a virar, mui despacio al principio, pero aumentando rápidamente la velocidad, i se da avante con el buque, teniendo cuidado de no cerrar el timon para que la helice no tome el alambre. El operador observa el indicador i a lo que falte unas 25 brazas, disminuye la velocidad de la máquina. Cuando el buque está con viada hai que sacar el escandallo del agua poco a poco i con mucho cuidado para que no se vaya

Co

VUELTAS 5 10

50
100
50
200
50
300
50
400
50
500
50
600
50
700
50
800
50
900
50
1000
50
110
5
12

Fig. 57.


Correcciones en Brazas.
VUELTAS
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
50
100
150
200
250
300
350
400
450
500
550
600
650
700
750
800
850
900
950
1000
1050
1100
1150
1200
1250
1300
1350
1400
1450
1500
1550
1600
1650
1700
1750
1800
1850
1900
1950
2000
2050
2100
2150
2200
2250
2300
2350
2400
2450
2500
D
C
D'
C'
B
B

con violencia hacia adelante, lo que casi seguramente causará la pérdida del escandallo.

Al terminar el trabajo del dia, se saca la línea muerta del carretel para que no oxide el alambre, se hace firme a una pequeña cornamuza convenientemente colocada i se teza el alambre. Se limpia i aceita el carretel i la máquina.

Para conservar el alambre, despues de cada sonda profunda, o al ménos al terminar el trabajo del dia, al virar el alambre se hace que un individuo tenga un trapo bien aceitado contra el alambre en la ranura del carretel, poniendo su mano por el lado adentro i con los dedos hacia abajo. Se mantiene bastante aceite en el trapo para aceitar bien el alambre.

Entonces con un lampazo i agua dulce caliente se lava el alambre, secándolo con otro lampazo. Se vacia una pequeña cantidad de aceite sobre el alambre i con trapos se refriega todo el carretel. Se usa el aceite suficiente para cubrir todo el carretel. Se pasan los trapos aceitados por todas las partes pulidas del carretel, i se coloca una bandeja debajo para recibir las chorreaduras. Si no se va a usar el alambre por algunos dias o aun semanas se haria examinar el alambre todas las mañanas por un individuo idóneo.

El escandallo de 40 libras puede usar i recuperarse hasta profundidades de 1,500 brazas. Para profundidades, mayores, es mejor usar algun escandallo de peso perdido.

Se puede tomar la temperatura a distintas profundidades asegurando un termómetro de profundidad a la línea cerca del escandallo, i arriándolo hasta la profundidad deseada, i enseguida se cobra el alambre. Los termómetros estan arreglados para que rejistren la temperatura mas baja.

Para tomar temperaturas es mejor usar un carretel aparte con alambre mas grueso.

Para las sondas en botes sirven las mismas reglas jenerales, teniendo cuidado especial que el alambre no salga con demasiada velocidad, lo que jeneralmente sucede tratándose de pesos livianos. Mientras el alambre forme línea recta entre el carretel i el agua, todo va bien; pero si forma espiras es porque el carretel está jirando demasiado lijero i hai que disminuir suavemente su velocidad.

Para el trabajo en botes es mejor hacer una tabla de correcciones para cada 10 vueltas incluyendo la mayor profundidad que se espera encontrar, en vez de tener la curva de

correccion. Si se pierde alguna parte del alambre se cambia la tabla restando la cantidad perdida de cada uno de los números en la columna de *vueltas*, i restando la correccion para la parte perdida de las correcciones correspondiente. (Véanse las dos tablas que se dan a continuacion).

Si la tabla A es una parte de la tabla orijinal i se ha perdido 50 vueltas de alambre, se resta 50 de 60, 70. 80, etc., i dos brazas (correccion para 50 vueltas) se resta de las correcciones 2.3, 2.7, 3.1, etc., i obtenemos la tabla B.

TABLA A

300 vueltas

Vueltas	Corr. brazas	vueltas	Corr.	Vueltas	Corr.	Vueltas	Corr.
10	0.4	50	2.0	90	3.5		
20	0.8	60	2.3	100	3.8		
30	1.2	70	2.7	110	4.2		
40	1.6	80	3.1	120	4.6		

TABLA B

250 vueltas

Vueltas	Corr.	Vueltas	corr.	Vueltas	Corr.	vueltas	Corr.
				40	1.5		
		10	0.3	50	1.8		
		20	0.7	60	2.2		
		30	1.1	70	2.6		

A continuacion se da el modelo recomendado para rejistro de sondas profundas. Se verá que cada pájina de rejistro sirve para apuntar una sonda. Jeneralmente se toman las horas a cada cien vueltas, pero a veces es conveniente tratándose de ondas poco profundas, tomar la hora a cada 50 vueltas,

SONDAS PROFUNDAS

BUQUE ....

LUGAR.......................... FECHA...............................

Vueltas del carretel	ARRIANDO					VIRANDO					OBSERVACIONES
	Horas			Intervals		Horas			Intervals		
				50 brzs	100 brzs				50 brzs	100 brzs	
	H	M	S	S	S	H	M	S	S	S	
0	3	09	....	....	....	3	18	08	34	51	
50	3	09	26	26	....	3	17	34	17	33	Escandallo, plomo. Peso 40 lb.
100	3	09	49	23	49	3	17	17	16	33	
150	3	10	11	22	45	3	17	01	17	37	Perdido o recuperado, recup.
200	3	10	36	25	47	3	16	44	18	34	
250	3	11	02	26	51	3	16	26	16	31	Numero de brazas de linea
300	3	11	26	24	50	3	16	10	15	30	muerta, 8
350	3	11	53	27	51	3	15	55	15	30	Vueltas alambre en el carre-
400	3	12	21	28	55	3	15	40	15	30	tel, 4,000
450	3	12	49	28	56	3	15	25	15	30	Virada por máquina
500	3	13	17	28	56	3	15	10	15	40	
550	3	13	44	27	55	3	14	55	25	....	Viento, a proa. Fuerza, 2
600	3	14	12	28	55	3	14	30	....	....	
700											Estado del mar, cáncamo
800											largo
900											Buque balanceando, 10° cada
1000											lado
1100											Buque cabeceando
1200											
1300											
1400											
1500											
1600											
1700											Se dió avante el buque al em-
1800											pezar el virado. Andar 7
1900											nudos
2000											
2100											Pérdidas o casualidades, nin-
2200											guna
2300											
2400											
2500											Lectura del indicador 600
2600											
2700											Corr. linea muerta 00
2800											
2900											Corr. Vueltas de alambre 8
3000											
3100											Profundidad verdadera 603
3200											
3300											
3400											
3500											
3600											
3700											
3800											
3900											
4000											

Firmado por el Oficial de Guardia de la zona.

CAPÍTULO XII.

MAREAS.

En un tratado de hidrografia práctica, no es necesario entrar a una disertacion prolongada sobre las *causas* de las mareas. Como hidrógrafos prácticos, necesitamos conocer principalmente sus hechos. Como bien se sabe la marea es la oscilacion de la superficie de las aguas del mar producida por la accion del sol i de la luna. En el mar abierto, el movimiento es solamente vertical, no existiendo movimiento de traslacion. Sin embargo, cerca de la costa, en pequeñas profundidades, o cualquier punto en que se presentan obstáculos al movimiento de ondulacion, se forma un movimiento de traslacion, lo que constituye la *corriente* de marea.

Bien, pues, los fenómenos de marea se presentan al observador bajo dos aspectos; las elevaciones i depresiones alternadas de la superficie del océano, i el flujo i reflujo de la corriente de marea.

Ahora bien se le da indistintamente el nombre de *marea* tanto al movimiento vertical como al horizontal del mar.

Conviene mucho mas usar el término *marea* refiriéndose solamente a la elevacion i depresion de las aguas, i distinguir el movimiento horizontal por la denominacion *Corriente de marea*. Las palabras *subida* i *bajada* de la marea se deberá usar solamente con referencia a la *marea*, i las palabras *flujo* i *reflujo* tratándose de las *corrientes de marea*. La marea está de *para*, cuando en la plea o baja marea, no se nota movimiento vertical del agua, i la *estoa* es cuando no hai corriente o movimiento horizontal. La *direccion* de la corriente es la demarcacion del compas del punto hacia el cual se dirije.

Intensidad de la corriente es su velocidad horaria en millas. La *amplitud* de la marea es la distancia vertical entre la plea i la baja mar de cualquiera marea.

Cuando el sol i la luna estan en conjuncion o en oposicion, sus atracciones combinadas ejercen su mayor influencia, i producen las mayores amplitudes. Estas se llaman las *mareas vivas*. Cuando los dos astros estan en cuadratura, ejercen su menor influencia i producen las *mareas muertas*.

El *nivel medio*, o sea el nivel del agua a media marea es practicalmente el mismo, ya sea en las mareas vivas o en las muertas: i en los puertos que tienen barros es mui importante conocer este nivel medio.

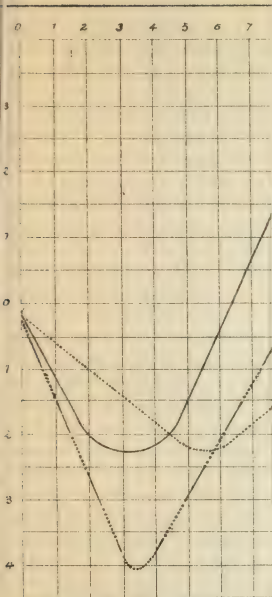
Durante el primer i tercer cuarto de la luna, la influencia del sol es tal que atrae la onda de marea hácia el *oeste* de lo que la atraeria la luna sola, i asi adelanta la hora de plea mar. Esto se llama el *Adelanto* de la marea. Durante el segundo i cuarto cuartos la influencia del sol se ejerce en sentido contrario, retardando la hora de la pleamar, lo que se llama el *Retardo* de la marea.

El *intervalo lunar* es el tiempo trascurrido entre el paso de la luna por el meridiano de un lugar, i la hora de la plea mar siguiente de ese mismo lugar. Este intervalo está sujeto a variaciones debidas al adelanto i al retardo de la marea. El valor medio del intervalo lunar en las épocas de luna nueva, i luna llena, se llama el *Establecimiento comun del puerto*. La media de todos los intervalos lunares en un mes lunar se llama el *Establecimiento correjido del puerto*, i puede diferir bastante del establecimiento comun.

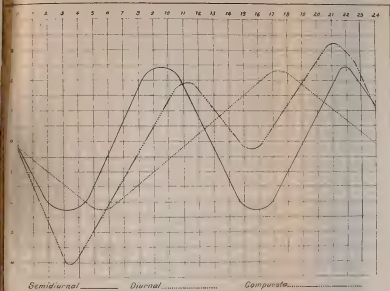
Este último, sin embargo es el que jeneralmente dan las cartas para el uso de la navegacion.

La *edad* de la marea es el intervalo de tiempo entre la luna llena o nueva i la marea viva siguiente, i varia de 1 a 3 dias.

Las mareas como nosotros las observamos, no son olas simples, sino que están formadas por una serie de ondulaciones que suben i bajan desde un plano comun. A lo menos, dos de estas pueden ser facilmente reconocidas i separadas de las demas. Son conocidas por los nombres de *Marea semi diurna, marea diurna*. Si no existieran mas que las mareas semidiurnas, tendríamos dos plea mares i dos baja mares cada 24 horas. Las mareas diurnas, en las mismas circunstancias nos daria una plea mar i una baja mar en el mismo tiempo. Estas dos mareas existen juntas en casi todos los lugares, pero la proporcion entre ellas varia en diferentes localidades.



0
1
2
3
4
5
6
7
3
2
1
0
1
2
3
4
Semidiurnal



0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
Semidiurnal
Diurnal
Compuesta

Fig. 38.

En algunos lugares prepondera la marea semidiurna, i la ola diurna es tan pequeña que su existencia apenas es sensible en la pequeña diferencia entre la marea de la mañana i la de la tarde. Esta diferencia se llama *Desigualdad Diurna*. En otros lugares sobre todo en las costas del Pacífico de América, estas dos olas tienen casi la misma amplitud, i mientras hai dos mareas en cada dia, la desigualdad diurna es considerable.

En algunos puertos del Golfo de Méjico predomina la ola diurna, i es tanto mas alta que la otra que practicamente no hai sino una plea mar i una baja mar en cada 24 horas.

Al estudiar las mareas de cualquier puerto, es, por consiguiente, mui importante determinar cuanto ántes si se asemejan mas a las mareas diurnas o semidiurnas, o si son compuestas de las dos. En la figura 38 se muestran en forma de curvas estas tres clases, teniendo por absisas a las horas i por ordenadas las alturas.

Para determinar a cual de estos tres tipos pertenece la marea del puerto estudiado, es necesario hacer observaciones de hora en hora durante dos o tres dias cuando la luna tiene su mayor declinacion, i repetir la serie despues cuando la luna pasa por el ecuador.

Nadie deberá desanimarse de hacer un estudio de las mareas de un puerto a causa de las irregularidades de ascenso i descenso en ese lugar. Han habido casos en que los fenómenos de marea han sido tan complicados que ni los mismos prácticos locales podian sacar sus deducciones; sin embargo, con observaciones cuidadosas i rejistrando los resultados, ha sido posible hacer muchas previsiones útiles. Las variaciones que siguen la fases de la luna son fácilmente comprendidos por todos, pero aquellas que acompañan las variaciones de la declinacion de la luna, aparecen a muchas personas como accidentales.

Hai dos reglas mui en uso entre los pescadores de las costas del Atlántico de los Estados Unidos: Al norte de Nantucket, la regla es, «*con luna al sur hai gran plea mar*»: Al sur de Nantucket la regla es, *con luna al S. E. hai gran plea mar*.» Otra regla jeneral es, «*Las mareas mas altas siguen luego a la luna llena i nueva.*»

En el Golfo de Méjico donde las mareas son del tipo diurno i compuesto, no se pueden aplicar estas reglas: porque cuando la luna llena o nueva tiene lugar con declinacion cero, las

mareas, en vez de aumentar a medida que se aproxima la época de las sizijias, disminuyen, i a veces desaparecen del todo.

Entonces por una investigacion cuidadosa de las causas de estas irregularidades, puede predecirse muchas de ellas. Hai ademas otras irregularidades debidas a causas locales tales como vientos fuertes, creces de rios, etc., La altura de la marea varia tambien en sentido inverso a las variaciones del barómetro.

De lo que se ha dicho, se ve que para tener datos completos de las mareas en cualquier puerto, es necesario hacer una serie prolongada de observaciones, que durará talvez dos o tres años. Ademas se vé que estas observaciones, a causa de su naturaleza i duracion necesaria, no podrán practicarse en el curso de un levantamiento ordinario. Se mencionan aquí para que, si en el curso de nuestras investigaciones encontramos irregularidades para nosotros inesplicables, no nos desanimemos por esto, si no que hagamos i rejistremos con cuidado, paciencia i método todas las observaciones que permite el tiempo i circunstancias, sabiendo que solamente de esta manera se puede llegar a conocer las causas de estas irregularidades, i tendremos la seguridad que no puede dejar de aumentar nuestros conocimientos.

En un levantamiento hidrográfico naturalmente hai que sondar en todas las fases de la marea, i antes de fijar las sondas en la carta será necesario reducirlas a lo que hubieran sido si las aguas hubiesen permanecido estacionarias. Esto es lo que se llama el *Nivel de Reduccion*, i es jeneralmente el nivel de la mas baja marea.

Es con el objeto de determinar este nivel de reduccion que se hacen observeciones de marea al hacer un levantamiento hidrográfico.

Estas observaciones son simplemente anotar la altura del agua sobre el cero de una escala vertical, i anotar cuidadosamente las horas de estas observaciones. En seguida cuando se ha determinado la altura del nivel de reduccion en la escala, es fácil encontrar la correccion por cualquier sonda, puesto que tambien se anota la hora de cada sonda.

Es por consiguiente, necesario que los relojes de los oficiales sondadores i los de los observadores de marea anden

iguales, i con este objeto se compararán frecuentemente con el reloj del buque.

Jeneralmente basta anotar la altura de la marea cada media hora; pero al acercarse las horas de la plea i baja marea, es necesario anotar la altura de 10 en 10 minutos por lo menos media hora antes i media hora despues de estas horas.

Es conveniente para los fines que ya se han esplicado, hacer las observaciones tanto de dia como de noche para que podamos tener un rejistro continuo para todo el período. Sin embargo, cuando el tiempo está malo, i los observadores tienen que acampar en un sitio expuesto, o en lugares donde, por dormir en tierra se puede contraer fiebre, no se haran las observaciones nocturnas, a no ser que hayan razones poderosas para hacerlas. Cuando se hacen, se tomarán solamente cada hora.

Pero *siempre se harán observaciones de marea cuando se esté sondando.*

El instrumento usado para medir las mareas se llama Mareógrafo. Hai de muchas clases, siendo el mas sencillo una percha de 10 c m de ancho llevando graduaciones en metros i centímetros pintadas en una de sus caras. Esta escala se asegura a un muelle o poste, o se asegura verticalmente de cualquier otra manera, de manera que el cero que está en la parte inferior de la escala, esté debajo del nivel de las bajas mareas, i que la pleamar no cubra su estremo superior. En lugares donde hai marejada, a donde a causa de la gran amplitud de la marea, o debido a la situacion de la escala sea difícil al observador leer bien los números, la escala ordinaria no sirve, i deberá recurrirse a la *escala de cajon*.

Consiste de un cajon largo, cerrado en el fondo, que tiene una cantidad de pequeños agujeros cerca del fondo, para que el agua dentro del cajon tenga el mismo nivel jeneral que el agua esterior, sin estar afectada de conmociones locales. Si aun las olas producen una oscilacion demasiada grande, los agujeros pueden taparse con una frazada rala. Dentro del cajon hai un flotador de cobre que sube i baja con la marea i que lleva una escala graduada vertical. El observador hace las lecturas cuando los números pasan por el punto de lectura, que está en la parte superior del cajon o bien en una abertura practicada en un costado.

La escala está graduada hacia abajo, llevando el cero en la

parte superior. La escala deberá tener una lonjitud tal que su cero nunca venga a estar debajo del punto de lectura, i el cajon deberá prolongarse cierta distancia por debajo del nivel de las mas bajas mareas para que el flotador no toque nunca en el fondo del cajon. Los agujeros cerca del fondo del cajon no deberán ser demasiado grandes ni tampoco tan chicos que puedan ser tapados por picos, zargazos, etc., impidiendo asi la libre entrada i salida del agua. Si esto sucediera el observador sin saberlo, podria estar anotando mareas inexactas. El resultado seria aumentar los *intervalos*, reducir las *amplitudes*, cambiar los valores de las *desigualdades*, i desplazar la altura del *nivel medio*.

Si es posible, el mareógrafo se instalará en algun punto abrigado. Sin embargo es de suma importancia colocarlo en un lugar que esté afectado de la misma marea que la del campo de las sondas. El carácter de la marea dentro de un puerto abrigado difiere de la marea afuera, tanto en amplitud como en intérvalo. En los rios, mientras mas los remontamos, mas se alteran las mareas hasta que acaban por desaparecer. Por consiguiente no se podrá correjir sondas tomadas a la entrada de un seno por las indicaciones de un mareógrafo instalado en una laguna comunicada con este seno, porque la amplitud de la marea dentro de la laguna es menor que la de la entrada del seno. Pero, cuando las profundidades son grandes i no hai obstáculos que se pongan al avance de la marea, una escala puede servir para una gran estension. Cuando se levanta una estensiõn mui grande, se establecerá una estacion de mareas en la vecindad de cada division del trabajo. Estas podrán relacionarse entre si anotando las alturas en cada escala en la plea i baja mar de una misma marea. Si las amplitudes son iguales, la diferencia de nivel de los ceros será igual a la diferencia de sus lecturas correspondientes. Si las amplitudes no son iguales, entonces la diferencia de nivel es igual a la diferencia de las alturas medias dadas por las escalas. A veces sucederá que hai necesidad de instalar el mareógrafo en la costa abierta, o al menos en posiciones mui desabrigadas. En casos como este naturalmente se instalará por fuera de las reventazones. En seguida se fondea el talon de la escala i esta se mantendrá vertical por medio de vientos que se asegurarán a anclotes convenientemente colocados. Se

harán las observaciones desde la playa con un anteojo. Si hai que observar de noche, habrá que usar un bote.

Si el mareógrafo está en un lugar espuesto puede suceder que el mar lo derribe. Los observadores de marea, acampados en la playa lo volverian a colocar lo mas cerca posible de su antigua posicion, i es mui improbable que puedan hacer esto exactamente. Ademas, en alguna época despues de terminado el levantamiento pueden hacerce nuevos descubrimientos u ocurrir tales cambios en el fondo que hagan necesario hacer un nuevo levantamiento i tomar nuevas sondas. En cualquier caso, *las lecturas de la escala tienen que referirse al nivel de reduccion primitiva.* Para esto, basta determinar la altura de algun objeto permanente en la playa sobre el cero de la escala. Cuando se instala la escala por primera vez, se hace una nivelacion desde cualquier punto de la escala hasta alguna marca permanente de la costa, i entonces es fácil determinar la diferencia de nivel entre la marca de la playa i el nivel de reduccion. Si la escala ha sido quitada o derribada i hai que instalarla de nuevo, se hace la nivelacion desde la marca de la costa hasta algun punto de la escala, i conociendose la altura del punto de la costa sobre el nivel de reduccion, es facil encontrar la altura del nivel de reduccion sobre el cero de la escala en su nueva posicion. Esta marca en la playa es lo que se llama la *marca de referencia.* Una piedra grande con una cara plana vertical, la torre de un faro, la base de un monumento, etc., forman excelentes puntos de referencia. Cuando se hace una marca de referencia se marcará con un círculo de unos 10 c m de diámetro i una cruz en el centro para indicar el punto exácto, así: (+).

La marca de referencia se dibujará en la libreta i se acompañará una minuciosa descripcion indicando su altura sobre el nivel de reduccion. Tambien se situará en la carta.

INTERVALO LUNAR.

Para encontrar el intervalo lunar en un dia cualquiera se determina la hora del paso de la luna por el meridiano del lugar ese dia, i esta hora se resta de la hora de la plea mar siguiente.

A causa del movimiento casi imperceptible de la superficie de las aguas que precede i sigue a la *para*, no se puede observar exactamente la hora de la plea mar. Para determinar esta hora, se observan las indicaciones de la escala de 10 en 10 minutos media hora antes i despues de la plea mar, i de estas observaciones se puede determinar la hora exacta tomando las medias de las horas correspondientes a alturas iguales del agua antes i despues de la plea mar. Tambien puede determinarse gráficamente i con bastante exactitud, tomando como abcisas las horas, i las lecturas de la escala como ordenadas, i haciendo pasar una curva por estos puntos. Enseguida se traza una cuerda horizontal de esta curva, i se bisecta la cuerda. La abcisa i la ordenada del punto en que la bisectriz corta la curva serán respectivamente la hora i la altura de la pleamar. (Véase la figura)·

EL NIVEL DE REDUCCION.

El nivel de reduccion es jeneralmente aquel de las baja mareas de las zizijias. En las cartas se dan estos datos así: E. de P., IX h 39 m F. de las A. 1.8 metros.

Entonces nunca habrá menos agua sobre un punto que la señalada por la carta. Con estos datos, conociéndose la amplitud de las mareas de zizijia, se determina el *nivel medio*, i la profundidad del agua a media marea se fija exactamente

Para determinar el nivel de reduccion, si es posible, se harán observaciones de marea en la época de mareas de zizijias, i entonces se determinará dicho nivel directamente de las mismas observaciones.

Sin embargo, sucede a menudo que el tiempo disponible para el hidrógrafo no le permite esperar la llegada de las mareas de zizijias. En este caso se determinará aproximadamente el nivel de reduccion de la manera siguiente:

El observador pondrá su ojo en la playa a la altura de las señales mas altas de la plea mar, i ver la graduacion de la escala en que cae la visual al horizonte. Esta será la altura de la plea mar de zizijia. Se toma la diferencia entre esta altura i la altura de la pleamar de ese dia, i esta diferencia se resta de la altura de la baja marea del mismo dia, i el resultado será la altura de la baja marea de zizijia. A esta altura se le resta unos 30 cm para mayor seguridad, i tendre-

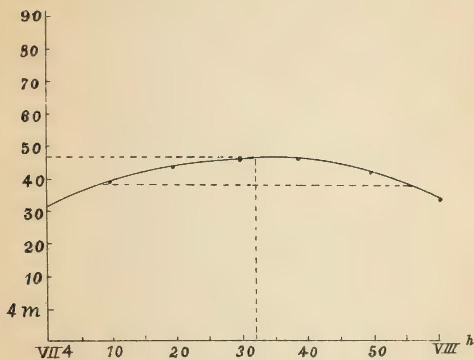


Fig. 39.

mos un nivel de reduccion bastante aproximado. Para tener una determinacion completa del dicho nivel se observarán las bajas mareas tanto con la luna nueva como con luna llena.

MAREAS METEOROLÓJICAS.

Se llaman asi las variaciones de la altura de la marea debidas al viento i a la presion barométrica, i estas afectan mas a la altura del agua que a las horas de plea mar o baja mar. Tambien afectan el nivel medio. Una marea inusitadamente alta debida a estas causas, no quiere decir que seguirá una marea escepcionalmente baja, sino que lo contrario. Naturalmente el viento tiene mayor efecto en un estuario que cuando sople contra una costa abierta,

Pues, es evidente que el nivel medio puede variar considerablemente. Cuando reinan vientos constantes durante ciertas épocas del año, la variacion será periódica, i, en gran parte, regular; pero en otros lugares puede variar constantemente con la direccion del viento.

Cuando la boca de un puerto está cerrada por una barra que con la pleamar tiene apenas el agua suficiente para permitir el paso de buques cargados, un cambio del nivel medio puede hacer que la plea sea un metro mas alta que la ordinaria. *En tales lugares es mui necesario que el hidrógrafo observe i rejistre cuidadosamente el efecto del viento sobre las mareas.*

En muchos lugares del mundo, hai aun otra complicacion que puede afectar bastante la hora i la altura de la marea. Se conoce por el nombre de *Interceptacion*, i es producido ya sea por una onda de marea que avance en direccion opuesta a la onda primitiva, o por una onda reflejada por otra costa. Es claro que si las crestas de estas ondas coinciden en un punto, la marea resultante será mayor; i si la cresta de una llega a un punto al mismo tiempo que el seno de la otra, el efecto será una disminucion de la amplitud de la marea resultante; i si las ondas tienen la misma altura, reducirán la amplitud a cero.

Las corrientes de marea no son directamente afectadas de la misma manera por esta complicacion. En muchos lugares el movimiento vertical de la marea es insignificante mientras que las corrientes de marea son mui fuertes. Esto es porque el movimiento horizontal del agua no depende del movimien-

to vertical en este punto, sino que del movimiento vertical en otro punto, talvez bastante distante.

OBSERVACIONES DE LAS CORRIENTES DE MAREA.

El conocimiento del rumbo e intensidad de las corrientes de marea tiene mucha importancia para los náuticos, especialmente para los buques de vela. En un canal que tiene bajos a cada lado, talvez las corrientes seguirán la direccion del canal cuando la marea esta baja, pero en cuanto se cubren los bajos, podrán correr a travez del canal. Asi que un conocimiento exacto de las corrientes es casi indispensable. Por consiguiente se harán observaciones de las corrientes de marea en varios puntos dentro de los límites del levantamiento, i mientras mayor sea la importancia del lugar mayor será el número de observaciones. De todas maneras se harán a cuarta, media, i tres cuartas de marea tanto de *flujo* como de *reflujo*.

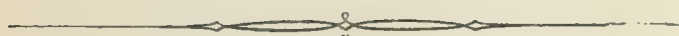
I siempre que el buque esté fomdeado en el campo de operaciones, hara observaciones a lo menos una vez cada dos horas, o mas a menudo si la corriente cambia de direccion durante el *flujo* o *reflujo*.

Varios instrumentos han sido construidos para estas observaciones. Sin embargo, en circunstancias ordinarias, se pueden hacer observaciones con la corredera comun que se echa como de ordinario. Desde el buque, o desde un bote fondeado en la corriente se echa la corredera a ratos, cuidando de demarcar la barquilla antes de recojerla. La barquilla de la corredera de corriente deberá ser mucho mas grande que la barquilla comun, i la línea, que será delgada, deberá ser marcada de 10 en 10 pies, i se dejará filar durante un número entero de minutos. Por ejemplo: se filó 250 piés de línea en tres minutos. La intensidad de corriente en millas por hora será igual a la línea filada dividida por cien veces el número de minutos, o sea:

$$\frac{250}{300} = 0.83 \text{ millas}$$

Las direcciones de las corrientes de marea a veces se cambian despues de la plea o baja mar, i en tal caso es necesario averiguar, si es posible, si el cambio ocurre a alguna hora

egular de la marea. En los canales que unen dos grandes stensiones de mar, la corriente a veces correrá dos o tres horas espues de la plea o baja mar, observada en la costa, i la ireccion de la corriente de marea, de esta manera puede ser a misma durante las últimas tres horas de flujo, i las primeas tres horas de reflujo. Esto hace introducir confusion al ablar de las corrientes de flujo o reflujo, i deberán usarse en ez de estos, los términos, *corriente al este* o *corriente del sur*, cualquiera que sea la direccion jeneral de la corriente.



CAPÍTULO XIII

ALTURAS

Las alturas sobre el nivel del mar de todos los puntos notables deben ser determinadas i puestas en sus respectivos lugares en la carta. Una manera mui exacta de determinar la diferencia de nivel entre dos puntos es usando el nivel i la mira parlante. Esta es la manera usual de determinar la diferencia de nivel entre la *marca de referencia* en la playa i el nivel de reduccion de las sondas. Se instala el instrumento en la playa, se arregla cuidadosamente, se dirije el anteojo, a la escala de marca i se nota la graduacion de la escala en que viene a caer el hilo horizontal del anteojo. Entonces se lleva la mira parlante hacia la marca de referencia a una distancia mas o menos igual a la que hai entre el instrumento i la escala de marea, para eliminar los errores de curvatura i refraccion. Se pone vertical, descansando su pié en tierra con el cero abajo, se dirije el anteojo a la mira, i se vé la graduacion correspondiente al hilo horizontal.

Enseguida se lleva el instrumento mas allá de la mira a una distancia igual a la primera, i se repite la operacion hasta llegar a la marca de referencia.

Al subir un cerro se coloca el instrumento de manera que la visual dé lo mas alto posible sobre la mira, i enseguida se mueve la mira de manera que la visual dé lo mas cerca posible de su pié.



Fig 40

La primera lectura despues de instalar el instrumento se llama *golpe atras*: la siguiente, *golpe adelante*. i así enseguida.

La diferencia entre la suma de las citas positivas, i la suma de las negativas, dará la diferencia de nivel. Enseguida se verificará el resultado repitiendo la nivelacion desde aquí hacia el mareógrafo, ocupando otras estaciones, tanto la mira como el instrumento. No es necesario que los dos puntos cuya diferencia de nivel se va a determinar sean visibles el uno del otro, ni que el instrumento i la mira sean llevados en línea recta entre los dos puntos, ni que el instrumento esté sobre la línea que une dos posiciones consecutivas de la mira. Lo indispensable es que el instrumento esté cuidadosamente arreglado i casi equidistante de las dos posiciones de la mira.

Se puede usar un teodolito o taquiómetro en vez de un instrumento de nivelacion, dirijiendo visuales a un objeto fijo con el anteojo directo o invertido, obteniendo así la correccion que se hará al circulo vertical para tener una línea de vista horizontal.

El rejistro podrá llevarse como sigue:

Estaciones del instrumento	Golpe atras	Golpe adelante	Elevacion	Depresion	Alturas
	m	m	m	m	m
A	1.40	3.70		2.30	— 2.30
B	3.00	0.10	2.90		+ 0.60
C	3.30	0.20	3.10		+ 3.70
D	0.70	2.80		2.10	+ 1.60
E	3.20	0.20	3.00		+ 4.60
F	2.90	0.30	2.60		+ 7.20
G	0.10	1.50		1.40	+ 5.80
H	3.30	0.10	3.20		+ 9.00
	17.90	8.90	14.80	5.80	+ 9.00

Cuando la distancia entre los puntos cuya diferencia de nivel se va a determinar es grande, el método del nivel i la mira, aunque mui exacto se hace mui penoso i largo. Entón-

ces para ahorrar tiempo, se tiene que recurrir a otros métodos.

Jeneralmente se determina la altura de cumbres i otros objetos distantes por medio de su altura o depresion angular, i su distancia. Con sextante desde el buque, o desde los botes cuando se está sondando, o con el teodolito desde las estaciones en tierra, se miden los ángulos de elevacion o depresion de todos los objetos notables, i las distancias se determinan por el cálculo o por la carta.

Se tomará el mayor número de ángulos posibles, ya sea desde la orilla del mar o desde puntos cuya altura sobre el mar puede determinarse exactamente por medio de una piola, o usando el nivel i miras. Porque, mientras estas elevaciones o depresiones pueden ser tomadas de cualquiera estacion cuya altura conocemos, cualquier error en la altura de la estacion desde que se observa se trasmitirá a todas las alturas que dependan de estas. Tambien se medirán estos ángulos de elevacion o de depresion desde todas las estaciones de la triangulacion principal, o desde cualquier otro punto convenientemente situado, i cuya posicion esté bien fijada.

Durante el sondaje, se fijan varios puntos por ángulos a otros tres de la costa. Desde los puntos mas convenientemente situados se mediran con sextantes las alturas angulares de todos los puntos notables dentro de los límites del levantamiento. Una vez fijados estos puntos, se medirán en la carta sus distancias a los objetos cuyas alturas se necesitan, y tambien la distancia a la orilla en la direccion de cada objeto. Se hace esto para todas las alturas observadas, i en seguida se elijen los que se van a calcular i se distribuyen en grupos.

Las alturas se determinan por la fórmula.

Altura=1852. d. tanj. altura angular.

En que *d* es la distancia en millas náuticas, i 1852, el número de metros en una milla náutica.

Esto no es rigurosamente exacto, puesto que, estrictamente deberiamos usar distintas lonjitudes de la milla en distintas latitudes; pero como el mayor error empleando esta fórmula no excede seis metros en una altura de 1,800 metros, podemos usarla con bastante aproximacion.

Sin embargo hai que aplicar algunas correcciones.

En la altura angular observada con sextante hai un error

£6-

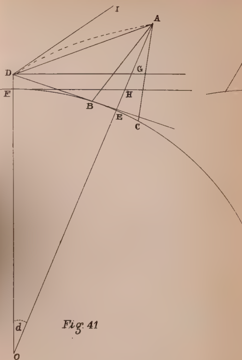


Fig. 41

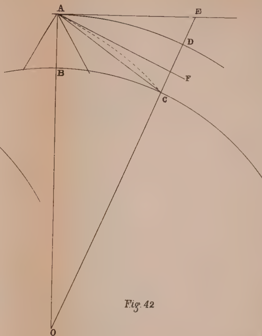


Fig. 42

de depresion debido a la altura del ojo del observador sobre el nivel del mar. Ademas, rayos de luz al ir de un objeto de la tierra a otro están sujetos a la *refraccion terrestre ó jeodésica.*

Depende esta refraccion de las condiciones atmosféricas, por lo cual es mui difícil darle su valor exacto para una época dada. Tambien depende mucho de la distancia. *Su valor medio* es de $\frac{1}{13}$ de la distancia en millas, espresada en minutos. Así que cada distancia desde que se han observado alturas se dividirá por 13, i el resultado se apuntará en minutos i segundos de arco.

Como tanto la refraccion como la depresion aumentan las alturas instrumentales, se restarán de estas alturas para tener la altura angular verdadera. Hecho esto, podemos determinar la *altura aparente* en metros del objeto por la fórmula que ya se ha dado.

Esta fórmula, decimos, nos dá la *altura aparente.* Si la distancia es grande la *altura verdadera* diferirá algo de esta a causa de la forma esférica de la tierra. Entonces, para determinar la altura verdadera será necesario sumar la *correccion para la curvatura* con la altura aparente.

En la figura 41, F B E C representa el nivel aparente de la superficie terrestre, D es el observador, B A C el objeto cuya altura se va a determinar, O el centro de la tierra, I D B la altura angular medida, G D B la depresion, i A D I la refraccion. Entonces la altura angular verdadera es A D G. A G es la altura aparente, i H E la correccion para la curvatura que buscamos.

Tomando en cuenta que la figura está mui exajerada, se vé que F H y F E son prácticamente iguales, siendo igual a la distancia del objeto en millas, i tambien es igual al ángulo al centro, *d*, en minutos, o sea al arco F E. O F.=R=radio terrestre, i el ángulo H F O=90°.

En el triángulo H F O tenemos

$$H\ O=\frac{OF}{\cos d}=O\ F \sec d=R \sec d$$

$$H\ O-E\ O=H\ E=R\ (\sec d-1)=R\left(\frac{1-\cos d}{\cos d}\right)$$

$$H\ E=R\ \left[\frac{(1-\cos d\ )\ \text{sen}\ d}{\text{sen}\ d \cos d}\right]$$

$$H\ E = R\ \tan j\ d\ \tan j\ \frac{1}{2}\ d$$

El ángulo d siempre es mui pequeño y podemos poner d sen 1′ = tanj d y tenemos

$$H\ E = \frac{R\ d^2}{2}\ \text{sen}\ ^2 1' = d^2 \left[\frac{R\ \text{sen}\ ^2 1'}{2}\right]:$$

Estando espresados R y H E en metros i d en millas náuticas.

Es facil encontrar un logaritmo constante para $\frac{R\ \text{sen}^2\ 1'}{2}$.

Este logaritmo es $\bar{1}.43068$, así que la fórmula se dispone así

$$\log H\ E = 2 \log d + \bar{1}.43068.$$

La altura aparente es la distancia A G o sea la elevacion sobre el nivel aparente D G, i la correccion para la curvatura es H E. Tenemos todavia que agregar G H que es practicamente igual a D F, la altura del ojo del observador sobre el nivel del mar.

Tomando la media de varias observaciones del mismo objeto tomadas de distintos puntos, tendremos la altura media que puede considerarse como suficientemente exacta.

Se ha considerado el angulo D G A como ángulo recto. Esto no es exacto, puesto que es igual a 90° + el ángulo d; pero en la practica las distancias que se usan para determinar las alturas son tan insignificantes cuando se han comparado al diámetro de la tierra, i el ángulo d es tan pequeño que podemos despreciar esta cantidad, sin introducir error apreciable en el resultado. Con una distancia de 60 millas i un ángulo de 1.° el error no escede 60 cm en una altura de 1,800 metros, i este error es mucho mas pequeño que el error probable de la observacion.

EJEMPLOS

Durante un sondaje desde a bordo, desde el punto 7 ✓ B, fijado por ángulos, se midió con sextante la altura angular de Cerro Negro = 1°, 02′ 40″; distancia = 14.30 millas: distancia a la costa 8 millas, medidas en la carta. Altura del ojo 5.5 metros. Despues, desde el punto 9 ✓ D, se midió la altura

del mismo objeto = 0° 56′ 43″; distancia 15.60 millas, distancia a la costa 9.5 millas, altura del ojo 5.5 metros.

Siendo menor la distancia de horizonte del mar que la distancia a la costa, tomamos de la tabla XI, (apéndice) la depresion del horizonte del mar, =4′09.″30. Para la refraccion se divide la distancia, 14.30 millas por 13,′ = 1′.1 = 1′6″

Depresion	—4′09.″30	Alt. obs.	1° 02′40″
Refraccion	—1 06	corr. —	5 15.30
Correccion.	—5′ 15.″30	Alt. verd.	8. 57′24,″70

Fórmula, log h = log 1852 + log 14.30 + log tanj 0°57′ 24.7″

Log 1852 =	3.26764	Curvatura	
log 14.30 =	1.15534	3 log 14.30 =	2.31068
log tanj 0°57′24.7″ =	$\bar{2}$.22275	log constante =	$\bar{1}$.43068
442.3 m. log =	2.64573	corr 55.2 log	1.74136
corr 60.7		alt 5.5	
Alt. v. 503.0 m		corr 60.7	

9 √ D

Depresion	— 4′09.″30	Refraccion	15.60 | 13
Refraccion	— 1′12″		13 1.20 = 1′12″
Corr	— 5′21.30″		2.6
			2.6
			0

Alt. ang. obs.		0°56′43″
corr.	—	5′21.30
Alt. verd.		0°51′21.70

Log 1852 = 3.26764
log 15.60 = 1.19312
log tanj 0°51.21.7″ = $\bar{2}.17439$

Alt. ap. 431.6m log 2.63515
corr 71.1

Alt. verd. 502.7m

Curvatura
2 log 15.60 = 2.38624
log constante = $\bar{1}.43068$

corr 65.6 long 1.81692
alt ojo 5.5

corr 71.1

Posicion	objeto	Alt. obs.	Dep.	Ref.	Alt. ang. verd.	Dist.	Alt. aparente	Curvatura	Alt. ojo	Alt. verd.	Alt. media
		° ′ ″	′ ″	′ ″	° ′ ″		m				
7 √ B	Cerro Negro	1 02 40	4 09 30	1 06	0 57 24 7	14.30	442.5	55.2	5.5	503.0	
9 √ D	Id.	0 56 43	Id.	1 12	0 51 21 7	15.60	431.5	65.6	Id.	502.7	502.75

Hasta aquí hemos hablado de las alturas angulares medidas con el sextante. Cuando se miden alturas angulares desde tierra con el teodolito, se elimina la depresion. Se mide la altura angular de un objeto, determinando la distancia zenital de su vértice o cumbre como ya se ha esplicado al principio.

Entonces se tiene la altura angular verdadera haciendo la correccion para la refraccion. Desde aquí la marcha del cálculo es exactamente igual al de los ángulos con sextante.

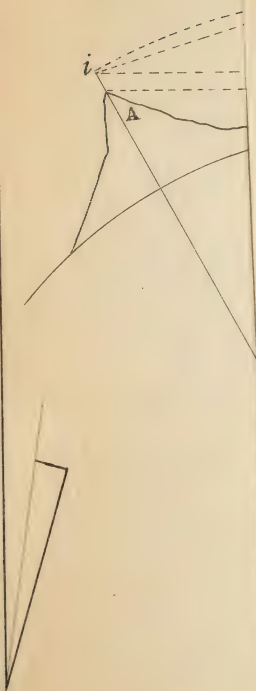
Cuando se usan ángulos de depresion se *suma la refraccion con el ángulo observado:* i *se resta de la altura aparente la correccion para la curvatura.* Esto se vé claramente en la figura 42, donde D E es la correccion para la curvatura, i **F** A C el error debido a la refraccion.

La fórmula de la altura aparente será.

Altura = 1852 d. tanj depresion angular.

No debemos contentarnos con alturas que solo son los resultados de ángulos tanto de elevacion como de depresion: puesto que al usar los dos, eliminamos en parte el error de refraccion, cuya correccion, aun en las mejores circunstancias no es sino aproximada.

Las alturas que se calculan directamente desde el nivel del mar se llaman *alturas absolutas.* Las alturas desde otros puntos se llaman *Alturas relativas.*


i
A

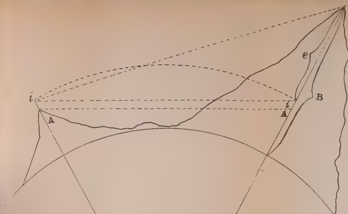


Fig. 43



Fig. 44

De cuatro maneras puede presentarse el problema de las alturas.

1.—Cuando se conoce la altura del observador, i el ángulo es de elevacion, determinar la altura del objeto observado.

2.—Lo mismo, cuando el ángulo es de depresion.

3.—Cuando se conoce la altura del objeto observado i el ángulo es de elevacion, determinar la altura del observador.

4.—Lo mismo, cuando el ángulo es de depresion.

En el primer caso el problema consiste en determinar el exceso de la altura desconocida sobre la conocida. En la figura 43, si se conoce la altura de A, la de B, representando por *e* el exceso, i por *i* la altura del instrumento, será igual a A + e (el exceso) + i, (la altura del instrumento) o sea

$$B = A + (e + i) \qquad (1)$$

En el segundo caso, determinamos el exceso de la conocida sobre la desconocida. (Véase Fg. 44), si se conoce a A, entonces.

$$B = (A + i) - e \qquad (2)$$

En el tercer caso véase fig. 43), si se conoce a B,

$$A = B - (e + i) \qquad (3)$$

En el cuarto caso (Fig. 44) se conoce a B,

$$A = (B + e) - i \qquad (4)$$

Deberá elejirse alguna estacion de la cual se coinciden mas estrechamente los resultados de las diferentes observaciones, i se tomará la media de todos los resultados para esta estacion: entonces con esta media se calcularán todas las observaciones desde esta estacion a otros objetos. A medida que avance el trabajo, se tomará la media de otra série de observaciones, i así en seguida, usando ángulos de elevacion o de depresion como sea mas conveniente.

Si se usa el sextante para medir los ángulos de depresion, se mide el ángulo entre el horizonte del mar y el objeto en la orilla, i a este ángulo se agrega la depresion que se calcula

para la altura estimada del ojo. Tambien se suma la refraccion. Si la altura calculada difiere mucho de la estimada, se buscará la depresion para la altura de que se trata i se vuelve a calcular esta. Si todavia hai diferencia se vuelve a calcular por tercera vez, tomando el segundo resultado como altura aproximada.

Se puede usar barómetros aneroides para tener resultados aproximados hasta 1200 metros.

A causa de las condiciones variables de la atmósfera al nivel del mar, se deberá usar dos barómetros i hacer las observaciones simultáneamente en dicho nivel y en la cumbre.

CAPÍTULO XIV.

OBSERVACIONES ASTRONÓMICAS

Las observaciones astronómicas que forman parte esencial de un levantamiento, tienen por objeto determinar la latitud i la lonjitud de un punto i la demarcacion o azimut verdadero de alguna línea de la triangulacion: preferiblemente de aquella línea que pasa por el punto de observacion. En levantamientos de alguna estension conviene tomar estas observaciones en dos o tres puntos dentro de los límites del trabajo, al principio, al medio i al fin.

Las observaciones para la latitud i lonjitud se hacen con el sextante i horizonte artificial. Para el azimut verdadero se tomarán con el taquiómetro.

En todas las observaciones los resultados están afectados por los errores instrumentales, efectos atmosféricos i el error personal del observador: i si no podemos eliminar éstos, el resultado será mas o menos erróneo. En consecuencia hai que esforzarse en anular, si es posible, todos los efectos de estas influencias perturbadoras. Jeneralmente se puede hacer esto tomando dos series de observaciones para un mismo resultado de manera que los errores de una serie sean contrarios a los de la otra, i así desaparecen al tomar la media.

Lo primero que hai que hacer es elejir el punto de observacion. No conviene colocarlo en una de las estaciones principales porque habria que quitar la señal mientras se hacian las observaciones. Es mucho mejor ocupar un punto independiente, i cuando se han concluido las observaciones, construir una señal exactamente sobre el punto ocupado por el horizonte artificial.

Despues se puede tomar ángulos a esta señal desde tres o mas de las estaciones principales, i así la conexion del punto de observacion con la triangulacion principal se hace mui sencillo.

El punto, pues, deberá estar situado de manera que a lo menos tres de las estaciones principales sean visibles desde él i vice versa. En cuanto sea posible deberá estar en un lugar abrigado con campo claro hácia el Norte i Sur. El suelo deberá ser seco, sólido i plano. No deberá estar tan cerca de la playa que el choque de las olas pueda mover el mercurio del horizonte artificial, pero debe estar cerca de un desembarcadero seguro, puesto que es mui peligroso embarcarse de noche cuando hai reventazon.

Cuando se haya elejido el punto de observacion, se aclarará un espacio de unos cuatro metros cuadrados, de piedras, arbustos, etc., i se nivelará la superficie: i el cubichete del horizonte se colocará en el centro, con su lado mas largo en la direccion del meridiano. Se tendrá un pedazo de lona vieja suficientemente grande para cubrir todo el espacio, i se hará un agujero en el centro para el horizonte artificial: esto para la limpieza de los instrumentos i comodidad de los observadores. Se llevan tambien dos linternas sordas, dos faroles i una pipa vacia. Se llevan dos faroles de cada clase por si se apaga uno. Las linternas sordas son para leer el instrumento, i los faroles son para el apuntador de las observaciones. La pipa es para contener el farol del apuntador. Se coloca de costado, con su parte abierta opuesta del observador, i el apuntador se sienta cerca de aquí para apuntar las horas i avisar la aproximacion de las estrellas al meridiano.

LATITUD

Jeneralmente se principia por observar la latitud. La determinacion de la latitud es mucho mas sencilla que la de la lonjitud, pero las observaciones son mas difíciles, porque para tener un resultado siquiera medianamente exacto *tenemos que usar estrellas*, i estas solamente se pueden observar de noche. Hablando en jeneral, la latitud obtenida por la observacion de un solo cuerpo celeste es siempre mas o menos errónea, i por consiguiente tenemos que observar las estrellas por pares, una al Norte i otra al Sur del zenit, i de mas o menos la misma altura.

Tambien sus distancias zenitales deberán ser mas o menos

iguales. Las estrellas de cada par no deberán tener diferencia mayor de 5° en altura ni menor de 15 minutos de ascension recta. La media de las latitudes estará libre de errores instrumentales, error de refraccion, i a menudo del error personal: puesto que todos estos errores afectan las alturas en el mismo sentido, pero a las latitudes resultantes en sentido opuesto; así que la media se aproximará mucho a la latitud verdadera. El mismo estremo del horizonte artificial deberá estar vuelto hácia el observador en todas las observaciones.

En estas observaciones el trípode para sextante se hace casi indispensable. Tambien se llevará una banca o cajon de unos 30 centímetros de alto para que sirva de asiento al observador. Se aumenta mucho el valor de las observaciones si el observador está cómodamente instalado, puesto que en este caso es mui probable que su ecuacion personal permanezca invariable. La altura del trípode será tal que el anteojo del sextante quede a la altura del ojo del observador cuando éste se encuentre sentado.

PREPARATIVOS ANTES DE DESEMBARCAR

Ántes de desembarcar es necesario hacer una lista de las estrellas que sean convenientes observar. Esta lista se saca del catálogo de estrellas o del almanaque náutico.

Conociéndose la latitud i lonjitud aproximada, se calcula i se construye una tabla de las alturas i doble alturas aproximadas de todas las estrellas mas brillantes que pasen por el meridiano despues de oscurecerse; i tambien la hora media del paso de cada una por el meridiano, i en la tabla se anota si la estrella pasa por el meridiano al norte o al sur del zenit. Al escojer estas estrellas, se rechazan aquellas que tengan alturas inferiores a 25° i mayores de 65°. De esta tabla se escojen los pares de estrellas, una estrella de cada par debiendo al norte i la otra al sur del zenit. Ademas sus alturas no deberán diferir en mas de 5°, i la segunda estrella de cada par no debe pasar el meridiano hasta a lo menos 15 minutos despues de la culminacion de la primera estrella. Esto se hace para tener tiempo para cambiar de posicion al trípode, jirar el cubichete del horizonte, i tener la segunda estrella en el campo de vision ántes de llegar la hora para empezar la observacion de ella.

Esta misma tabla puede servir para varios dias, restando cuatro minutos de las horas locales de culminacion, para cada dia que trascurre despues del dia para que se calculó la tabla.

Se corrije cuidadosamente el sextante cerciorándose de que todas las partes estén limpias. Se enfoca con mucho cuidado el anteojo, i se le hace una marca para que se pueda enfocar exacta i rápidamente en tierra. Todos los sextantes para observaciones de estrellas, deberán tener un pequeño nivel de burbuja en la alidada.

Se llevará bastante mercurio limpio para el horizonte.

Se pone cuidadosamente el reloj de observaciones, en la hora media local, e inmediatamente antes de desembarcar para observar se comparará con el cronómetro regulador, y se comparará de nuevo en cuanto se regresa a bordo.

Por último, se desembarcará a lo menos media hora ántes de oscurecer, para tener tiempo para arreglar el punto de observacion ántes que se oscurezca.

ARREGLOS PRELIMINARES DESPUES DE DESEMBARCAR

Despues de desembarcar se estiende la lona i se instala el horizonte. Si por ejemplo, la primera estrella del primer par es una estrella sur, se pone el estremo del cubichete marcado, o el estremo "A" hácia el norte i se coloca ahí el trípode, se pone el tornillo de tanjencia en la mitad de su carrera, se pone el sextante en la altura doble aproximada dada por la tabla, se atornilla el anteojo lunar i se enfoca. Se coloca el sextante sobre el trípode de manera que la burbuja del nivel esté en el centro.

Despues de oscurecer e inmediatamente ántes de empezar las observaciones, se mueve el sextante con su trípode de manera que mirando por el esterior del tubo, se vea la imájen de la estrella en el mercurio. Enseguida, despues de afirmar bien el trípode, se mueve suavemente el sextante hasta que mirando por el anteojo se ve pasar la imájen reflejada por el campo de vista. Se asegura el instrumento, se hace el contacto i se examina el nivel para ver si la burbuja está al centro i poder estar seguro que las dos imájenes son de la misma estrella.

LAS OBSERVACIONES

En las observaciones para determinar la latitud siempre se usa el método de alturas circunmeridianas. Se empezará a observar unos 10 minutos ántes de la culminacion, i se continuará otros 10 minutos despues. Cuando se haya observado el contacto, se saca cuidadosamente el sextante del trípode para que no cambie de lectura, se lee, i cuando se vuelve a colocar en el trípode pueda verse inmediatamente la estrella.

Para leer se mantiene el sextante casi horizontal, para que el individuo con la linterna sorda pueda ponerla un poco por encima del espejo grande i dirijir la luz sobre el vidrio despulido del vernier. Se tiene el sextante suficientemente bajo para que el individuo pueda mantener la linterna horizontal, evitando asi que se derrame aceite sobre instrumento, lo que destruiria el espejo grande. Despues de hacer la lectura, se le da una pequeña vuelta al tornillo de tanjencia antes de volver a colocar el instrumento sobre el trípode, para que se haga cada contacto independientemente. Es mui fácil apreciar la hora hasta cuartos de segundos, lo que dá suficientemente exactitud.

LA HORA MEDIA LOCAL

En estas observaciones, donde queremos determinar la latitud con toda la exactitud posible, es necesario conocer exactamente la hora media local. Cuando mas, el error de la hora deberá ser menor de dos segundos. Puesto que esta hora se determina jeneralmente por el estado absoluto i marcha de los cronómetros, es de la mayor importancia que tengamos un conocimiento exacto i constante de los estados i marchas de *todos los cronómetros*. Entonces, para verificar los cronómetros i tener la mayor seguridad posible de la hora media del lugar, es conveniente observar tres estrellas brillantes para obtener la hora. Cada una de estas estrellas deberá encontrarse como a 60° del meridiano, dos de ellas a un lado, i la tercera al otro lado del meridiano. Las dos estrellas que están al mismo lado del meridiano deberán estar en lados opuestos del zenit. Estas tres estrellas, si se observan con cuidado darán la hora mui exacta. Ademas darán tres rectas de altura, i asi una buena aproximacion de la latitud verdadera.

Estas estrellas horarias pueden observarse ántes de observar el primer par de estrellas, si hai tiempo suficiente, o entre dos pares, o despues del último par, segun sea mas conveniente.

Se calculan con las observaciones segun los métodos dados en los testos de Navegacion, i no hai necesidad de describirlas aquí.

Se anotará el barómetro i el termómetro al principio de la observacion de cada estrella para correjir la refraccion.

Se calcula cada estrella por separado i se toma la media de los resultados de cada par. Entonces la media de todos estos resultados nos dará la latitud media.

ATRACCION LOCAL

Cuando hai una disposicion irregular de las masas de tierra en la vecindad del punto de observacion, por ejemplo un cerro o un mar profundo a un lado, es probable que la direccion local de la fuerza de gravedad se aparta un poco de la vertical. En este caso la superficie del mercurio no estará bien horizontal i la altura, por consiguiente estará errónea. Esta atraccion afecta de igual modo a todas las observaciones, ya sea para la latitud, en la hora, o para la lonjitud; i a veces talvez sea la causa de la diferencia entre puntos fijados por las observaciones i por la triangulacion. Si la triangulacion está buena, a veces sera conveniente adherirse de ella, en vez de a las observaciones astronómicas.

A fin de suprimir en cuanto sea posible los oríjenes de error, todas las observaciones de una serie serán tomadas por un solo observador. Distintos observadores podrán tomar distintas series, i pueden combinarse los distintos resultados ya sea tomando la media, o dando un valor relativo al resultado de cada observador.

LONJITUD

La lonjitud de un lugar, determinada por el método *absoluto*, es decir medida directamente desde el primer meridiano, no puede hacerse con la suficiente exactitud con los instrumentos

que llevan jeneralmente los buques hidrográficos. Se obtienen resultados mucho mejores buscando la diferencia de lonjitud entre dos lugares. A veces puede suceder que ninguno de los lugares tenga exactamente determinada su diferencia de lonjitud con el primer meridiano, en cuyo caso se derminará la lonjitud absoluta de un lugar por una serie prolongada de observaciones absolutas.

MERIDIANOS SECUNDARIOS

Cuando se ha determinado la lonjitud absoluta de un lugar, este viene a ser lo que se llama *meridiano secundario* i entonces las lonjitudes de los lugares vecinos dependeran de esta lonjitud. Si se hace necesario cambiar la lonjitud adoptada para el meridiano secundario, todas las lonjitudes dependientes tendrán que cambiarse tambien. Hai muchos meridianos secundarios en varias partes del mundo cuyas lonjitudes han sido cuidadosamente determinadas. Los principales de la costa del Pácifico de la América del Sur son: Paita, Callao, Arica i Valparaiso.

El trabajo del hidrógrafo, es pues nada mas que determinar las diferencias de lonjitud entre lugares dentro de los límites de su levantamiento, y el trabajo de determinar las lonjitudes absolutas corresponde mas bien a la Oficina Hidrográfica.

Los meridianos secundarios se anotan así en la carta:

«Las lonjitudes dependen del punto de observacion astronómica, Valparaiso—°—′—″O.»

DIFERENCIA DE LONJITUD POR TELÉGRAFO.

Si hai comunicacion telegráfica entre los dos lugares, la manera mejor y mas sencilla de determinar la diferencia de lonjitud es determinando lo mas exactamente posible, las

horas medias de ambos lugares, y en seguida, por medio de señales telegráficas determinar la diferencia de horas en un momento dado.

Se observará para calcular la hora media en el mismo dia que se va a cambiar las señales; i si la diferencia de lonjitud es considerable, se determinará la hora media local, o lo que es lo mismo, el estado del cronómetro sobre la hora media local, el dia ántes o el dia despues; porque como es conveniente mandar las señales a medio día o media noche, o al ménos cerca de estas horas, solamente puede ser medio dia o media noche en uno de los lugares. Por medio de observaciones adicionales podemos reducir el error a la hora de intercambio de señales.

Un buen cronómetro es lo mejor para recibir i trasmitir las las señales. Si es posible, se desembarca el cronómetro i se deja dos o tres dias en la oficina telegráfica antes de empezar i con éste se compara el reloj que se usa para las observaciones horarias. Los instrumentos telegráficos en cada estacion deberán ser iguales, pero no importa de qué clase sean con tal que, como acabamos de decir, sean iguales.

Se elimina el retardo del alambre enviando señales en ambos sentidos i tomando la media.

La única manera de eliminar los errores personales es haciendo que los observadores se alteren en las estaciones. Si no puede hacer ésto, se correjirá el error personal si éste es conocido.

Será mui conveniente que el punto de observacion esté cerca de la oficina telegráfica.

Para cambiar señales los observadores deberán haberse puesto al habla i haber arreglado un plan de lo que van a hacer. Se recomienda un plan parecido al siguiente: Se dá un aviso de tres señales rápidas 10 segundos ántes de un minuto entero del cronómetro del que envia las señales, en seguida se dá la primera señal al minuto justo, i otra a cada 10 segundos sucesivos, *saltándose los 50 segundos para dar aviso del minuto siguiente*. Se sigue asi durante tres minutos, terminando con un minuto entero. Despues de un intervalo de unos tres minutos se hace una série semejante de señales pero en sentido inverso. Para hacer las señales sé carga una vez la llave i se mantiene cerrada mas o ménos un segundo. A continuacion damos un ejemplo.

Estaciones	Horas de cronómetro — Envio	Horas de cronómetro — Recepcion	Horas medias locales — Envio	Horas medias locales — Recepcion	Diferencia de Lonjitud	Observaciones
De Estacion A a Estacion B	h m s	h m s	h m s	h m s	h m s	
	4 35 00	4 33 28.2	11 48 25.2	11 52 55.2	0 4 30.0	Enviadas por Dent 6021 Recibidas por Negus 978
	10	38.2	35.2	53 05.2	30.0	
	20	48.1	45.2	15.3	30.1	
	30	58.1	55.2	25.2	30.0	
	40	34 08.2	49 05.2	35.2	30.0	
	36 00	28.1	25.2	55.3	30.1	
	10	38.1	35.2	54 05.2	30.0	
	20	48.2	45.2	15.3	30.1	
	30	58.2	55.2	25.2	30.0	
	40	35 08.1	50 05.2	35.2	30.0	
	37 00	28.2	25.2	55.3	30.1	
	10	38.2	35.2	55 05.2	30.0	
	20	48.1	45.2	15.2	30.0	
	30	58.1	55.2	25.3	30.1	
	40	36 08.2	51 05.2	35.2	30.0	
	38 00	28.1	25.2	55.3	30.1	
				Media...	0 4 30.0375	
De Estacion B a Estacion A	h m s	h m s	h m s	h m s	h m s	
	4 40 00	4 41 31.9	11 59 27.0	11 54 57.1	0 4 29.9	Enviadas por Negus 978 Recibidas por Dent 6021
	10	41.8	37.0	55 07.0	30.0	
	20	51.9	47.0	17.0	30.0	
	30	42 01.8	57.0	27.0	30.0	
	40	11.8	12 00 07.0	37.1	29.9	
	41 00	31.9	27.0	57.0	30.0	
	10	41.8	37.0	56 07.0	30.0	
	20	51.8	47.0	17.0	30.0	
	30	43 01.9	57.0	27.1	29.9	
	40	11.8	01 07.0	37.0	30.0	
	42 00	31.9	27.0	57.0	30.0	
	10	41.8	37.0	57 07.0	30.0	
	20	51.9	47.0	17.1	29.9	
	30	44 01.8	57.0	27.0	30.0	
	40	11.8	02 07.0	37.0	30.0	
	43 00	31.9	27.0	57.1	29.9	
				Media B a A	0 4 29.9687	
				» A a B	0 4 30.0375	
				Dif. lonj. med	0 4 30.0031	

Si una de las estaciones es un meridiano secundario, tenemos inmediatamente la lonjitud absoluta de la otra estacion.

Deberán hacerse séries de señales en dos o tres dias consecutivos i en seguida tomar la media jeneral como resultado final.

DIFERENCIA DE LONJITUD POR CRONÓMETRO.

Si no hai telégrafo, tendrá que recurrirse al trasporte de la hora por cronómetros de una estacion a otra.

Se determina el estado del cronómetro sobre las horas medias de ambos lugares, i si el cronómetro no tuviera marcha, la diferencia de estados daria la diferencia de lonjitud.

Desgraciadamente, los cronómetros no tan solo tienen marchas, sino que estas marchas son mas o ménos variables.

Por consiguiente, para eliminar errores se hace necesario llevar varios cronómetros.

Supongamos que tenemos dos estaciones, A y B, cuya diferencia de lonjitud deseamos obtener. En A se calcula el estado del cronómetro sobre la hora media del lugar, se dirije a B y se determina el estado el dia de la llegada y tambien en el dia de salida: se vuelve a A y se calcula nuevamente el estado, y en seguida se podrá calcular la diferencia de lonjitud. El tiempo que se está en B no importa, pero el tiempo que se demora en ir de una estacion a la otra debe ser lo mas corto posible, para que la marcha sea lo mas constante posible.

Sean e y e′ los estados en A ántes de salir y despues de volver de B; δ i δ' los estados en B; *a* el número de dias entre e i δ, *b* al número de dias entre δ' i δ, i *c* el número de dias entre δ' i *c*′.

Entonces la variacion total del cronómetro en $a+b+c$ dias es $e'-e$, y la variacion en b dias es $\delta'-\delta$: asi que la *marcha de trasporte*, o sea la marcha media durante el viaje es $(e'-e)-(\delta'-\delta)$ en $a+c$ dias. Entonces la marcha media diaria es

$$\frac{(e'-e)-(\delta'-\delta)}{a+c}$$

i esta es la marcha que se empleará en determinar la diferencia de lonjitud. Si una de las estaciones es un meridiano secundario, la lonjitud de la otra se conoce.

DETERMINACION DE LA HORA MEDIA LOCAL.

De lo que ya se ha dicho, se vé que la hora media debe determinarse en cada caso con la mayor precision, i no se descuidará nada que tienda a aumentar la exactitud de tales observaciones.

El método mas exacto para determinar la hora con sextante i horizonte artificial es el de las alturas iguales, i en las observaciones se hará todo lo posible para eliminar errores.

Se usará el mismo observador, el mismo ayudante i los mismos instrumentos. Naturalmente, las estrellas son las mejores para estas observaciones, pero las dificultades de las observaciones de noche, la lectura del sextante por la luz de una linterna, la necesidad de reducir los intervalos siderales, i la molestia i a menudo el peligro de embarcarse i desembarcarse de noche para comparar, *que deberán hacerse inmediatamente ántes i despues de las observaciones*, hacen conveniente el empleo del sol, que es lo que jeneralmente se hace.

Para tener las horas de las observaciones conviene usar un comparador, i al hacer las comparaciones de los cronómetros, se aproximará a décimos de segundo. Esto naturalmente necesita un poco de práctica.

Se cierran las cajas de todos los cronómetros, ménos las de los dos que se comparan. Si estos dos baten con isocronismo, se puede apreciar con facilidad hasta medio segundo. Si baten alternativamente i a intervalos iguales, están separados por cuartos de segundo. Si sucede de otra manera, tomando nota de la razon de tiempo entre un golpe del regulador, uno del cronómetro que se compara i un segundo golpe del regulador, se puede apreciar hasta décimos.

La comparacion del comparador con el regulador se verificara, comparando primero el comparador con el regulador, en seguida el comparador con el cronómetro B, i en seguida el B con el regulador. Entonces la suma de dos de las diferencias deberá ser igual a la de la tercera o hai algun error.

MODO DE OBSERVAR.

Despues de desembarcar e instalar el sextante i horizonte se vé que el tornillo de tanjencia esté al principio de su carrera para que no falte durante la observacion; en seguida se traen las dos imájenes del sol al campo de vista de manera que se aproximen. Se pone el sextante en un grado entero p. ej: 75°, i se dá el *Top* al verificarse el contacto. Se corre el vernier 10 minutos mas i se vuelve a dar el *Top* cuando hai contacto, i asi en seguida hasta tener 75° 50′, lo que dará seis observaciones. Entonces se vuelve a poner el sextante en 75° i se anotan *las separaciones*, tomando seis observaciones, lo que dá un total de doce observacion s. Las primeras seis serán del limbo superior y el resto del limbo inferior. En la mañana conviene tomar mas observaciones que las que se necesitan por si las nubes tapan el sol en un momento crítico a la tarde. Se puede hacer observaciones a intervalos menores de 10′, pero nada se gana con ello. Mientras mas deliberadas son las observaciones, mas exactitud tendrán.

Al regresar a bordo, despues de comparar los cronómetros se calcula el intervalo entre la *última* observacion i el mediodia verdadero, i de esta manera se determina la hora de la primera observacion de la tarde para poder desembarcar a tiempo. Una vez en tierra i listo para observar, se pone el sextante en la altura mayor obtenida en la mañana i se anota el instante del contacto. Se corre el vernier 10′ hacia atras i de esta manera se observan seis *contactos*. Se vuelve a colocar el sextante en la altura mayor, i se observan seis *separaciones*. Se observan a lo menos siete series de esta manera. El intervalo entre la última observacion de un limbo i la primera del otro, deberá ser, mas o menos, vez i media el intervalo entre dos observaciones consecutivas del mismo limbo.

El apuntador tiene que anotar el número de segundos trascurridos entre las observaciones para ver alguna irregularidad en la observacion, i para averiguar si el movimiento del sol es mui lento para dar buenos resultados. Si una variacion de 10′ ocupa mas de 30ˢ el movimiento es demasiado

lento. En las observaciones de la mañana, si los intervalos son regulares, el apuntador dice *Cambia* despues del sesto contacto; pero si los dos o tres primeros intervalos son demasiado pequeños o demasiado grandes, sigue con dos o tres observaciones mas antes de cambiar de limbo. En la tarde avisará el cambio en cada serie para evitar equivocaciones.

MEDIA DE HORAS CRONOMÉTRICAS.

Se tendrá la media de las horas cronométricas tomando la hora media de dos observaciones cualesquiera de la misma altura, AM. i PM, para las horas i minutos. Los segundos para cada serie se obtienen sumando los segundos de cada par de horas i tomando la mitad de la media para cada serie.

Estas sumas e intérvalos dan un medio de avaluar las observaciones, i si las sumas estremas en la última columna de cada serie no difieren mas de dos segundos, las observaciones son buenas.

II

DEMARCACION ASTRONÓMICA.

La demarcacion astronómica o verdadera de un punto a otro, es el ángulo formado por el plano del meridiano que pasa por uno de los puntos i el plano vertical que pasa por los dos. Es naturalmente un ángulo horizontal, i para medirlo se instala el taquiómetro en una de las estaciones, i se mide el ángulo entre la otra estacion i algun cuerpo celeste: se calcula el azimut del cuerpo celeste, enseguida, sumando o restando, se encuentra el azimut de la otra estacion. Por medio del círculo vertical se medirá la altura del cuerpo celes-

te. Sin embargo si se conoce la hora del lugar con un segundo de aproximacion, se puede prescindir de la altura i calcular el azimut por el método de la hora en vez de con la altura. De todos modos, deberá conocerse la hora con la aproximacion suficiente para correjir la declinacion: tambien la latitud deberá ser determinada lo mas exactamente posible.

Teóricamente, las estrellas dan los mejores resultados. Sin embargo en la práctica, es suficientemente exacto i mucho mas conveniente usar el sol. Las alturas deberán ser pequeñas i el sol lo mas próximo posible al vertical primario.

ELECCION DE LA MARCA.

La estacion desde que se observa será, si es posible, el punto de observacion astronómica. El objeto cuyo azimut se vá a determinar no deberá estar tan cerca que introduzca errores apreciables debidos a una mala centracion del instrumento sobre la estacion, i no deberá estar tan lejos que no se vea bien definido. En la práctica deberá escojerse el punto mas distante i bien definido que esté a la vista.

Este objeto se llama la *Marca.*

Se instala el taquiómetro en la estacion de observacion i se arregla cuidadosamente. Se hace coincidir los dos ceros de las planchas horizontales, se asegura la *plancha superior*, i se dirije una visual a la marca. Se bisecta cuidadosamente la marca con el hilo vertical i se asegura bien la *plancha inferior*.

Se coloca un ocular coloreado en el anteojo, se afloja la plancha *superior* i se dirije el anteojo al sol. Con los tornillos de tanjencia se hace que el hilo vertical tanjentee el primer limbo del sol i el hilo medio horizontal el limbo superior en observaciones de la mañana, el limbo inferior en la tarde.

El sol parecerá acercarse a la interseccion de los hilos.

Cuando ambos contactos están perfectos, se anota la hora i se leen los dos verniers del círculo horizontal, i despues los dos verniers del círculo vertical. Se repite esta operacion dos veces, haciendo tres observaciones con el anteojo *directo*. Enseguida se invierte el anteojo i se hace jirar 180° el círculo horizontal i se vuelve a dirijir el anteojo al sol. Se observan tres contactos mas con el anteojo *invertido*, observando ahora

los limbos *segundo e inferior* en la mañana i *segundo i superior* en la tarde. El sol parecerá alejarse del cruzamiento de los hilos. Se dirije nuevamente el anteojo a la marca i se anotan las lecturas de los verniers del círculo horizontal con el anteojo invertido. Con este se completa una serie.

Enseguida se observan tres contactos, limbos *segundo* e *inferior* con el ateojo invertido, i entonces se vuelve a invertir el anteojo i se observan tres contactos, *limbos primero i superior*, i otra lectura de la marca con anteojo *directo*. Asi enseguida hasta observar tres series de observaciones. (Véase el modelo). Si las observaciones son buenas, tres de estas series bastarán para una buena determinacion del azimut verdadero.

La media de las lecturas de la marca, antes i despues de cada serie es la lectura de la marca para esta serie.

La media de todos los ángulos horizontales de una serie, menos 90°. es el ángulo del taquímetro entre el centro del sol i la marca. La media de todos los ángulos del círculo vertical puede ser o bien la altura angular aparente, o la distancia zenital del centro del sol, segun la graduacion del círculo. La altura media correjida de la refraccion i paralaje es la altura verdadera. Con la latitud i la declinacion, podemos calcular el azimut del sol por la fórmula.

$$\text{Cos.}\ \tfrac{1}{2}\ A = \sqrt{\frac{\cos s\ \cos (s-p)}{\cos \phi\ \cos h}}$$

en qué $s = \frac{1}{2}(\phi + h + p)$, $\phi =$ la latitud, $h =$ la altura, i $p =$ la distancia polar.

La diferencia entre el ángulo horizontal i la lectura de la marca, aplicada a la derecha o a la izquierda del azimut verdadero del sol, segun sea necesario, dará el azimut verdadero de la *marca*.

El modelo siguiente se toma en gran parte del *United States Coast Survey Report, 1881.*

OBSERVACIONES CON EL SEXTANTE.

En el caso de un levantamiento á vapor, o de un reconocimiento en que se observa desde el buque, es claro que no se puede usar el taquiómetro, i hai que recurrir al sextante.

Se necesitan dos observadores. Uno de ellos mide la distancia angular del sol a la marca, i el otro la altura del sol. El observador de la distancia angular dá el *Top*, se anota la hora i se leen los dos ángulos para ese instante. Se hace una serie de observaciones i se toma la media. Tambien hai que medir la altura angular de la marca. Las dos alturas se corrijen del error instrumental i depresion, i la altura del sol, del semidiámetro i refraccion. El sol deberá estar cerca del vertical primario i por consiguiente tener poca altura. Se escojerá la marca de manera que la línea que la une con el sol no esté inclinada mas de 20° con respecto al horizonte. Es mejor que sea inferior do 20° porque asi habrá menor error en el ángulo horizontal calculado. Si la marca dista 90° o mas del sol, es evidente que está cumplida esta condicion. Si ademas de esto, la marca está en el horizonte, no hai para qué tomar en cuenta su altura angular, i se simplifica mucho el cálculo. Se calcula el ángulo horizontal entre el sol i la marca por medio de la fórmula.

$$\text{Cos}\ \tfrac{1}{2}\,\theta = \sqrt{\frac{\cos s\ \cos\,(s\text{-}D)}{\cos\ H \cos\ h}}$$

en que $s = \frac{1}{2}$ (h + H + D), h = altura aparente de la marca, H = la altura del sol, D la distancia angular aparente, i θ= el ángulo horizontal.

Si la marca está en el horizonte entonces,

$$\text{Cos}\ \theta = \frac{\text{Cos D}}{\text{Cos H}}$$

En tierra nunca se usará el sextante para determinar el azimut verdadero.



DEMARCACION VERDADERA

Localidad: Capitol Park, Washington, D. C.
Fecha: Agosto 15 de 1856, A. M.

Observador: C. A. S.
Apuntador: G. A. B.

Hora	Círculo Horizontal		Círculo Vertical		Observaciones	
Crónometro	Vernier A	Vernier B	Vernier A	Vernier B	Lectura de la Marca Círculo Horizontal	
Serie I	Limbos 1.° y Superior,		Anteojo Directo		A 0° 00' 00"	B 180°00' 0
5h 02m 53.0	25° 24' 30"	205° 24' 30"	61° 56' 00"	61° 56' 00"		
05 34.0	25 50 45	205 51 30	61 24 30	61 25 00		
06 55.0	26 04 30	206 05 15	61 08 45	61 09 30		
	Limbos 2.os e Inferior,		Anteojo Invertido		Termómetro 73° F.	
5 09 12.0	205 54 15	25 54 00	61 19 30	61 18 30		
10 32.0	206 07 15	26 06 45	61 04 00	61 03 00		
11 42.0	206 18 30	26 18 15	60 50 00	60 49 45		
					Lectura de la marca	
Serie II	Limbos 2.° e Infe.ior,		Anteojo Invertido		A 180° 00' 00"	B 0° 00' 00"
5 13 22.0	206 35 30	26 35 30	60 30 45	60 30 15		
14 32.0	206 47 30	26 47 30	60 17 30	60 17 00	Teodolito magnético N.° 2	
15 36.5	206 58 30	26 58 00	60 05 15	60 04 30		
	Limbos 1.° y Superior,		Anteojos Directo		Barómetro 30.14	
5 17 07.0	27 47 30	207 48 15	59 11 45	59 12 00		
18 16.5	28 00 00	208 00 30	58 57 45	58 58 00	Cronómetro Breguet 58.42	
19 19.0	28 10 15	208 10 30	58 45 30	58 45 15		

Serie III	Limbo 1.° y Superior,		Anteojo Directo		Lectura de la marca A	Lectura de la marca B
					0° 00' 15"	180' 00' 15"
5 20 44.0	28 25 00	208 25 00	58 29 00	58 29 30		
22 01.5	28 37 45	208 38 15	58 14 45	58 14 30		
22 26.5	29 13 30	209 14 30	57 36 00	57 35 45		
	Limbos 2.° e Inferior		Anteojo Invertido		Termómetro 78° F.	
					Lectura de la marca A	Lectura de la marca B
5 27 32.5	209 01 30	29 00 30	57 48 00	57 47 30		
28 39.5	209 12 45	29 12 15	57 34 30	57 34 15		
30 01.0	209 27 00	29 26 30	57 19 15	57 18 30	180° 00' 15'	0' 00' 15"

Latitud 38° 53' 18 N. Lonjitud 5h 08m 01.s 8 O

	Hora Media	Lectura Media Círculo Horizontal	Lectura Media Círculo Vertical	Correccion Paralaje en Altura y Refraccion	Distancia Zenital verdadera
Serie I.........	5h 07' 48.1	25° 56' 40"	61° 17' 02"	+ 1' 34"	61° 18' 36"
Serie II........	5 16 22.2	27 23 17	59 38 00	+ 1 27	59 39 27
Serie III......	5 25 44.1	28 59 30	57 50 07	+ 1 21	57 51 28

CAPÍTULO XV.

OBSERVACIONES MAGNÉTICAS.

El objeto de estas observaciones en un levantamiento hidrográfico es determinar la direccion de las líneas de fuerzas magnéticas debidas al magnetismo terrestre. Tambien podrá deducirse la intensidad de la fuerza, pero para todos los fines de levantamiento, navegacion i construccion de cartas, la direccion es lo único que se necesita, por lo tanto no se describirá la determinacion de la intensidad.

Jeneralmente se refiere la direccion de la fuerza magnética a los planos del meridiano i del horizonte. Hai, pues, que determinar dos ángulos: 1.º el ángulo horizontal entre el plano del meridiano astronómico i el plano vertical que pasa por el eje de un imán libremente suspendido. 2.º el ángulo vertical, en el plano del eje magnético, entre este eje i el horizonte. El primer ángulo se llama *declinacion magnética*, i el angulo vertical es la *inclinacion magnética*.

Es mui difícil determinar la declinacion magnética aproximando mas de 1′, porque esta no es una cantidad constante, sino que está sujeta a variaciones, algunas de las cuales obedecen a causas locales i a leyes hasta ahora desconocidas, i otras que obedecen a leyes conocidas i de periodos regulares. Tambien tiene variaciones diarias semejantes a las mareas. La punta N. de la aguja oscila a cada lado de su posicion media, teniendo su mayor elongacion oriental entre las 7 i 8 AM. Despues marcha hacia el Oeste, alcanzando su máximum entre la 1 i las 2 PM., i regresa, obteniendo su máximum oriental la mañana siguiente. La variacion diaria alcanza a unos 15′.

DETERMINACION DE LA DECLINACION MAGNÉTICA.

Al elejir la estacion para las observaciones magnéticas, se cuidará que el lugar esté libre de influencias perturbadoras ya sea en el suelo, o debidas a la vecindad de hierro. Lugares cerca de fundiciones, maestranzas, ferrocarriles, cercas de alambre, etc., no se elijirán. La formacion jeolójica de la localidad no puede servir de guia, porque estas influencias pueden estar bastante por debajo de la superficie.

Para ver si existen perturbaciones magnéticas, se instala una brújula sobre la estacion i se colocan seis u ocho marcas a unos 20 metros de distancia al rededor de la estacion. Se observan las demarcaciones magnéticas de cada una de estas marcas, i enseguida, dejando una señal en la estacion ocupada, se va a cada una de las marcas i se toma la demarcacion de la señal del centro. Si las demarcaciones inversas difieren exactamente 180° de los orijinales, podrá ocuparse la estacion. Si no difieren asi, hai alguna atraccion local en la vecindad, i el lugar se rechazará. Se elijirá un terreno horizontal, i la cumbre de un cerro es preferible a la base.

La manera mas fácil i sencilla de determinar la declinacion, i que da ademas mui buenos resultados, es con un teodolito i una brújula. Con el teodolito se toma una serie de ángulos a 10 o 15 objetos igualmente repartidos por el horizonte i se observa el azimut verdadero de uno de ellos. Se cambia el teodolito por la brújula, i se observa la demarcacion magnética de cada objeto.

Habiéndose determinado el azimut verdadero de uno de los objetos, por medio de los ángulos se determinará el de los demas. Asi se determina la declinacion para cada objeto, i la media de estos resultados será la declinacion con 1′ o 2′ de aproximacion. La brújula deberá apreciar hasta 1′. Es mucho mejor usar un compás de agrimensor.

OBSERVACIONES CON TEODOLITO I MAGNETÓMETRO.

En observaciones precisas, se necesitan dos operaciones distintas para determinar la declinacion:

1—La determinacion del meridiano verdadero, lo que jeneralmente se hace con teodolito.

2—La determinacion del meridiano magnético por medio del magnetómetro.

El instrumento usado por estas observaciones se llama *Teodolito azimutal i magnetómetro*, i consiste en un teodolito de repeticion de unos 12 centímetros, con círculo vertical, del cual, todo lo que está encima de las planchas horizontales puede ser quitado i sustituido por un marco de metal que lleva una caja pequeña de vidrio que lleva un tubo de vidrio de unos 0,^{m} 30 de largo en la cual se suspende el imán por una hebra de seda. Esta hebra está asegurada entre dos planchas en la parte superior del tubo de vidrio, que se traen a contacto por medio de un pequeño tornillo.

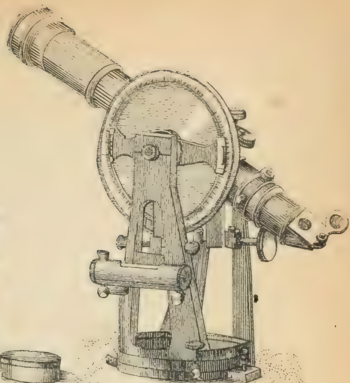
El estremo inferior de la hebra lleva un marco de alambre fino en el cual descansa el imán. El tubo de vidrio tiene una tapa de metal, graduada i movible al rededor de su eje vertical; tambien lleva una cremallera i piñon con que se sube o se baja el imán. En el fondo de la caja hai un pedazo de paño, mediante el cual se detienen las oscilaciones violentas de la aguja, haciéndola descender hasta que descansa en él.

A un lado del marco de metal hai un pequeño anteojo, i al otro un reflector i contrapeso.

Los imanes usados son huecos, de unos 0,^{m}05 de largo i unos 0,^{m}006 diametro. Un estremo lleva atornillado un pequeño lente, i en el otro (preferiblemente el estremo Norte), una plancha delgada de vidrio amarillo que lleva grabado una escala de partes iguales con 100 divisiones.

Cuando el imán está suspendido en el centro de la caja, i su eje paralelo a los lados, está en la línea de colimacion del anteojo esterior. Con este anteojo se lee la escala en el estremo del imán, estando alumbrado por el reflector que envia un haz luminoso por un corte en el estremo de la caja. Una barra deflectora, para uso en las observaciones de la intensidad de la fuerza magnética, acompaña al instrumento. Jeneralmente es de madera, en dos partes i lleva un pequeño marco en que se coloca el imán deflector. En cada instrumento viene ademas un imán débil para tranquilizar el imán suspendido, sin embargo un pedazo de alambre de acero servirá igualmente bien.

Siempre acompaña al instrumento un peso de bronce de tamaño i peso exacto del imán, i se llama *Peso de torsion*.



TEODOLITO AZIMUTAL

MAGNETOMETRO

Se instala el instrumento como teodolito i se arregla bien. Enseguida por medio de la aguja magnética del instrumento, se dirije en direccion del meridiano magnético, i se escoje o establece alguna señal como *marca*, próximo a esta linea. Esta marca deberá estar lo más distante posible.

Se quita el anteojo del teodolito i se coloca la caja con tubo en su lugar, i cuando está bien asegurado, sus niveles deberán mostrar que estan arreglado.

Se jira la caja de manera que esté en el meridiano magnético. Se suspende el peso de torsion del fondo de la caja por medio de la cremallera, i se quita la vuelta a la hebra de seda jirando la tapa metálica del tubo (llamado *plancha de torsion*), en azimut, i sujetando el peso por medio del paño. De esta manera se quita toda la vuelta de la hebra i se deja la plancha de torsion de manera que el peso no tenga oscilacion. Habiéndose quitado la vuelta, se arria el peso hasta el paño, se saca, se coloca el imán cuidando que las divisiones de la escala estén verticales, i se levanta hasta el centro de la caja.

DETERMINACION DE LOS COEFICIENTES INSTRUMENTALES.

Se enfoca el anteojo. Se arregla el ancho del corte en el estremo de la caja opuesta al reflector por medio de una pantalla conveniente, se colocan los lados opacos de la caja i se acerca a la caja la pantalla del objetivo del anteojo para escluir toda luz. Se sosiega el imán suspendido con el imán débil, pero no se acerca tanto a la caja que pueda perturbar el eje del imán. Cuando el imán suspendido está casi inmóvil (que nunca lo estará completamente), se dirije el anteojo con el tornillo de tanjencia de la plancha horizontal de manera que el hilo vertical esté al medio de la escala, i se aprietan bien los tornillos de presion.

Cuando oscila el imán se anotan las graduaciones de la escala en los límites de su oscilacion. La media de estas será la graduacion a la cual sería dirijido el anteojo si el imán quedara completamente inmóvil. Despues se jira el imán 180° sobre su eje, lo que invertirá la escala, i se toma la media como anteriormente. Se vuelve a jirar el imán para tener la escala derecha i se observa nuevamente. De esta manera se hacen de 7 a 15 lecturas con la escala alternadamente derecha

e invertida, haciendo siempre un número impar de lecturas. La media de la 1ª y 3ª lecturas será la lectura con la escala derecha en el instante medio. Se combina este resultado con la 2ª lectura, lo que dará una lectura de la escala para el eje. La media de las 2ª i 4ª lecturas dará la lectura media con la escala invertida en el instante medio, i esta combinada con la 3ª dará una lectura de la escala para el eje.

Se procede de esta manera, combinando la media de 1 i 3 con 2; de 2 i 4 con 3; de 3 i 5 con 4; de 4 i 6 con 5, etc. La media de todos estos resultados dará la *lectura media de la escala, correspondiente al eje del iman.*

Despues se sosiega el iman lo mas cuidadosamente posible, i jirando el círculo azimutal se dirije el anteojo al cero de la escala i se vé la graduacion del círculo. Se dirije sucesivamente a cada una de las divisiones principales, anotando las graduaciones, i al llegar a la division mas alta, se repite la operacion en sentido inverso. Se toma la media de las lecturas del círculo de cada una de las divisiones principales como la lectura de esa division. De estas lecturas es fácil sacar *el valor angular de una division de la escala.*

OBSERVACIONES PARA LA DECLINACION.

Siempre se instalará el magnetómetro debajo de una carpa u otro abrigo del viento. Conviene instalar el instrumento en la tarde, suspender el peso de torsion i dejarlo suspendido hasta la mañana. Entonces una hora antes de la mayor elongacion oriental se jira el círculo de torsion para que el peso quede en el meridiano, se arria hasta el paño, i se dirije el anteojo a a la *marca*, moviendo el círculo azimutal; o bien si se quiere, se desmontará el magnetómetro i se pondrá el teodolito para tener la graduacion de la *marca*.

Despues de leer el círculo se vuelve a montar el magnetómetro, se pone el anteojo aproximadamente en el meridiano, se suspende el iman i se sosiega. Se dirije el anteojo al centro de la escala, se aseguran las planchas i se vuelve a leer el círculo. Cada 10 minutos se anotan los puntos estremos alcanzados por el hilo vertical en la oscilacion de la escala, i se toma la media de estas lecturas. Cuando la lectura media pasa de aumentar o disminuir o vice versa, indica que ha pasado la

elongacion. Despues de este se hacen dos o tres lecturas i suspende el peso de torsion.

Con la suficiente anticipacion de la elongacion P.M., se pone el círculo de torsion en la línea de destorsion, se suspende el imán i se observa la elongacion PM como anteriormente. Cuando ha pasado la elongacion se asegura la hebra para que no tome vueltas, se lee el círculo azimutal para asegurarse que no se ha movido de las observaciones AM, i enseguida se observa la graduacion de la *marca*. Se anota si las lecturas crecientes de la escala corresponden con las lecturas crecientes del círculo o el contrario. Ahora, si se quiere, pueden determinarse las coeficientes instrumentales como ya se ha esplicado. Sin embargo, pueden determinarse en el intervalo entre las elongaciones de A M i PM. o bien en otro dia segun sea conveniente.

Despues se quita el magnetómetro, se monta el teodolito i cuando el sol está en la posicion conveniente se observa para la demarcacion verdadera de la *marca*.

La media de las lecturas mas alta i mas baja correspondientes a las dos elongaciones, es la lectura media de la escala. La diferencia entre la lectura media de la escala i el eje del imán multiplicado por el valor angular de una division, dá el ángulo entre la línea de mira i el meridiano magnético, i es lo que se llama *reduccion al eje*; i este ángulo aplicado con su signo a la lectura del círculo azimutal dá la graduacion del círculo correspondiente al meridiano magnético. La demarcacion verdadera de la *marca*, aplicada a la graduacion del círculo correspondiente a la *marca*, dá la graduacion del meridiano astronómico: i la diferencia entre las graduaciones del círculo correspondiente al meridiano astronómico i al magnético, es la Declinacion Magnética.

Se dan ejemplos tomados de los rejistros de un levantamiento del U. S. S. Ranger.

Demarcacion verdadera diciembre 13 de 1889 p. m.

Horas cronométricas	Círculo Horizontal		Círculo Vertical		Observaciones	
	Vernier A	Vernier B	Vernier A	Vernier B	Lectura de la Marca	
Serie I	⊙ Limbos 1.° y inferior		Anteojo directo		A 34° 05'	B 214° 06'
1h 39m 30s.5	259° 53' 00"	79° 54' 00"	30° 39' 00"	210° 40' 30"	Cronómetro	
40 39 .5	260 13 00	80 13 30	30 28 00	210 29 00	Eggerts Sons 468	
42 07 .0	260 28 00	80 29 00	30 19 30	210 21 00		
	⊙ Limbos 2.° y superior		Anteojo invertido			
1 45 20. 0	80° 30' 30"	260 32 00	149 57 00	329 55 00		
46 31 .5	80 47 00	260 48 00	150 00 00	330 04 30		
47 38 .5	81 01 30	261 02 00	150 15 00	330 13 30	Lectura de la Marca	
Serie II	⊙ Limbos 2.° y superior		Anteojo invertido		A 214° 04'	B 34° 05'
1 51 05 .5	81 46 00	261 46 30	150 43 00	330 41 00		
52 15 .0	82 01 00	262 01 30	150 52 30	330 51 00		
53 39 .0	82 18 30	262 19 00	151 03 00	331 02 00		
	⊙ Limbos 1.° y inferior		Anteojo directo		Magnetómetro N.° 2	
1 56 49 .5	263 35 00	83 36 30	28 20 00	208 22 00		
58 03 .5	263 51 00	83 52 30	28 10 30	208 12 00		
59 30 .5	264 09 00	84 10 00	27 59 00	208 00 00	Lectura de la Marca	

Serie III	⊙ Limbos 1.° y inferior		Anteojo directo		A 34° 05'	B 214° 06'
2 02 26 .0	264 45 00	84 46 00	27 33 00	207 35 00		
03 34 .0	264 59 00	85 00 00	27 24 00	207 26 00		
04 39 .0	265 11 30	85 13 00	27 15 00	207 16 00		
	⊙ Limbos 2.° y superior		Anteojo invertido		Barómetro 30.14 Termómetro 73° F.	
					Lectura de la Marca	
2 06 46 .5	85 00 00	265 01 00	152 55 00	332 53 30	A	B
08 53 .5	85 25 30	265 26 00	153 13 00	333 11 00	214° 04'	34° 05'
10 17 .5	85 42 00	265 42 30	153 25 00	333 24 00		

Latitud 27° 06' 21" N. Lonjitud 114° 18' 13"

	Horas medias cronométricas	Media círculo horizontal	Media círculo vertical	Correccion paralaje y refraccion	Altura verdadera
Serie I	1h 43m 41s	260° 29' 18"	30° 12' 10"	— 1' 28"	30° 10' 42"
Serie II	1 55 14	262 57 12	28 39 15	— 1 34	28 37 41
Serie III	2 06 06	265 10 58	27 07 20	— 1 41	27 05 39

FÓRMULA

$$\text{tang}^2 \tfrac{1}{2} A = \frac{\text{sen}(s - \phi)\ \text{sen}(s - h)}{\cos s \cos (s - p)}$$

En que A = ⊙ Azimut, ϕ = latitud, h = altura, p = distancia polar,

$$s = \tfrac{1}{2}(\phi + h + p)$$

CÁLCULO

SERIE I														
φ	27°	06'	21"		27°	06'	21"		27°	06'	21"			
h	30	10	42		28	37	41		27	05	39			
p	113	13	13		113	13	14		113	13	16			
2s	170	30	16		168	57	16		167	25	16			
s	85	15	08	sec. 1. 08213	84	28	38	sec. 1. 01664	83	42	38	sec.	0. 96036	
s-φ	58	08	47	sen. 9. 92911	57	22	17	sen. 9. 92540	56	36	17	sen.	9. 92163	
s-h	55	04	26	sen. 9. 91376	55	50	57	sec. 9. 91780	56	36	39	sen.	9. 92169	
s-p	27	58	05	sec. 0. 05394	28	44	36	sec. 0. 05711	29	30	38	sec.	0. 06035	
				2) 0. 87894				2) 0. 91695				2)	0. 86403	
½A	72°	02'	53	tanj. 0. 43947	70	48	52	tanj. 0. 45848	69	42	18	tanj.	0. 43202	
A	144	05	46		141	57	44		138	24	56			

RESÚMEN

	Serie I			Serie II			Serie III		
φ	27°	06'	21"	27	06'	21"	27°	06'	21"
h	30	10	42	28	37	41	27	05	39
p	113	13	13	113	13	14	113	13	16
☉ Azimut (desde el norte)	144	05	46	141	37	44	139	24	36
Lectura del Circulo horizontal	260	29	18	262	57	12	265	10	58
Lectura del Circulo para el Meridiano Astronómico. N.	44	05	34	44	34	56	44	35	34

Media Meridiano Astronomico N.	44° 35' 11"
Lectura Media de la «Marca»	34 05 00
Demarcacion Verdadera de la «Marca»	10 30 11 O.

OBSERVACIONES PARA LA DECLINACION MAGNÉTICA

Fecha: Diciembre 2 de 1889
Localidad: Isla Asuncion, Baja California.
Instrumento: Magnetómetro N.° 2.

Iman N.° 2. Escala derecha
Observador: C. F. P.
Línea de destorsion 120°

Círculo Azimutal A 274° 06'
B 94 05.5

Hora media local A. M.	Lectura de la escala Izquierda	Lectura de la escala Derecha	Media
h m	d	d	d
7 50	22.4	33.6	28.00
8 00	24.2	31.8	28.00
10	25.8	30.2	28.00
20	26.9	29.1	28.00
30	27.1	28.9	28.00
40	27.4	28.6	28.00
50	27.7	28.3	28.00
9 00	27.9	28.2	28.05
10	28.0	28.1	28.05
20	28.1	28.1	28.10
30	28.1	28.1	28.10
40	28.1	28.1	28.10
50	28.0	28.1	28.05
10 00	28.0	28.1	28.05

Observaciones:
Se observó la marca a las 7.45
Se suspendió el iman a las 7.50
Tiempo. Nublado. Viento suave del E.
Se observaron el eje del iman N.° 2 y dos series de inclinaciones
Se suspendió el peso de torsion despues de las 10.15

Línea de destorsion 330°

Círculo Azimutal A 274° 06'
B 94 06'

Hora	Izquierda	Derecha	Media
12 10	22.2	34.1	28.15
20	24.8	31.6	28.20
30	26.2	29.9	28.05
40	27.1	29.1	28.10
50	27.3	28.9	28.10
1 00	27.8	28.6	28.20
10	27.9	28.3	28.10
20	28.0	28.1	28.05
30	28.0	28.1	28.05
40	28.1	28.1	28.10
50	28.1	28.1	28.10
2 00	28.1	28.1	28.10
	Media de las elogaciones E y O		28.08

Observaciones
Se ha movido el círculo de torsion por 150° . Se sacó el peso de torsion y se suspendió el iman a las 12.15
Tiempo. Cálido. Aclarándose. Viento suave del N. O.
Se puso el peso de torsion para la noche.

CÁLCULO

Lectura de la marca	Al empezar las observaciones	A. M.	A	252° 40'
			B	72 39
	Al fin de las observaciones	P. M.	A	252 39 .5
			B	72 39 .2
	Media..............			252 39'.2

Determinacion del valor de la escala del iman			Determinacion del eje del iman					
Escala	Lectura del círculo, media de los Verniers	Valores de divisiones	Escala	Lectura de la escala		Media	Media alternativa	Eje
	° ' "							
			D	28.0	28.1	28.05	....	....
			I	31.8	23.0	27.40	28.05	27.72
			D	12.2	43.9	28.05	27.40	27.72
			I	38.0	16.8	27.40	28.05	27.72
			D	21.9	34.2	28.05	27.42	27.74
			I	32.1	22.8	27.45	28.02	27.74
			D	20.0	36.0	28.00	....	....

Valor de una division de la escala = 6'25 — Lectura de la escala para el eje..........		27.73
Lectura media de la escala para las elongaciones E y O..................................	....	28.05
	° '	
Reduccion al eje..................................	+ 0 2 .2	=dif +0.33
Lectura del círculo horizontal..................	274 05 .9	
Lectura del círculo para el meridiano magnético N..	274 08 .1	274°08'1
Lectura media de la marca........................	252 39 .2	
Azimut verdadero de la marca al O. de N.	10 30 .2	
Lectura del círculo para el meridiano astronómico..	263 09 .4	263 09 4
Declinacion Magnética..	....	10 58.71

OBSERVACIONES PARA LA DECLINACION MAGNÉTICA.

echa: Diciembre 3 dé 1889 — Iman N.° 2. Escala derecha

ocalidad: Isla Asuncion, Baja California — Observador: C. F. P.

strumento: Magnetómetro N.° 2 — Línea de destorsion 240°

Hora media local A. M.	Lectura de la Escala Izquierda	Lectura de la Escala Derecha	Media	Círculo azimutal A 274° 06'5 B 94° 06
h m	d	d	d	Observaciones:
7 20	20.0	36.3	28.15	Se observó la marca a las 7.10 A. M.
30	22.7	33.7	28.10	Se pusó el iman
40	24.8	31.6	28.20	Tiempo: Nublado. Viento suave del E.
50	26.2	30.0	28.10	
8 00	27.0	29.1	28.05	Se puso el peso de torsion a las 11 A. M.
10	27.4	28.8	28.10	
20	27.8	28.4	28.10	
30	27.9	28.2	28.05	
P. M.	Línea de destorsion 250°			Círculo azimutal A 274° 06'5 B 94° 06
h m	d	d	d	Observaciones:
1 40	24.0	31.7	27.85	Se puso el iman a las 11.30
55	25.9	29.7	27.80	Se ha movido el círculo de torsion por 10°
2 10	27.0	28.6	27.80	
20	27.3	28.1	27.70	Tiempo Anublado. Cálido. Viento suave del N. O,
30	27.6	28.0	27.80	
40	27.7	27.9	27.80	Se observaron dos series de inclinaciones y el valor de una division de la escala del iman N.° 2
50	27.8	27.9	27.85	
1 00	27.9	27.9	27.90	
	Media de las elogaciones E y O		27 95	

CÁLCULO

Lectura de la marca	Al empezar las observaciones	A. M.	A 252° 40
			B 72 39
	Al fin de las observaciones	P. M.	A 252° [illegible]
			B 72 39
		Media..........	252 39.4

Determinacion del valor de la escala del iman			Determinacion del eje del iman				
Escala	Lectura del circulo. (Medio de los Verniers	Valor de divisiones	Escala	Lectura de la Escala	Media	Media alternativa	Eje
5	276° 28' 30"	....	D				
15	275 25 30	1° 03' 00"	I				
25	274 23 15	1 02 15	D				
35	273 20 45	1 02 30	I				
45	272 18 45	1 02 00	D				
45	272 18 45	1 02 00	I				
35	273 20 45	1 02 15	D				
25	274 23 00	1 03 00					
15	275 26 00	1 02 15					
5	276 28 45	1 02 45					
Valor de una division de la escala = 6'.25			Determinacion del eje de un iman.				27.73

Lectura media de la escala para las elongaciones E y O........	....	27.95
Reduccion del eje..	+ 01.'4	=dif+0.2
Lectura del círculo azimutal..................	274° 06'.2	
Lectura del círculo para el meridiano magnético N...	274 07 .6	274° 07'6
Lectura media de la marca.........................	252 39 .4	
Azimut verdadero de la marca...............	10 30 .2	
Lsctura del círculo para el meridiano astronómico N..................................	263 09 .6	263 09 6
Declinacion magnética......	....	10.58.0 E

Se tomarán las observaciones en tres dias consecutivos. Para el tercer dia el cálculo es lo mismo que anteriormente, pero no es necesario determinar los coeficientes instrumentales de nuevo si se usa el mismo iman.

Al usar el magnetómetro tal vez suceda que la lectura de la escala para el eje varíe de dia en dia, i no puede determinarse excatamente. Esto es debido a las espansiones desiguales de la escala de vidrio i del anillo de bronce que tiene ésta; i pueda remediarse apretando el márjen del anillo por medio de cualquier instrumento de metal que tenga un estremo liso; teniendo cuidado de que no se rompa la escala.

OBSERVACIONES PARA LA INCLINACION MAGNÉTICA.

El instrumento usado se llama *Círculo de Inclinacion*. Hai varios modelos pero el mas usado es el llamado Model Kew, cuya figura se acompaña.

Se verá que la parte inferior de este instrumento tiene círculos azimutales, niveles i tornillos nivelantes.

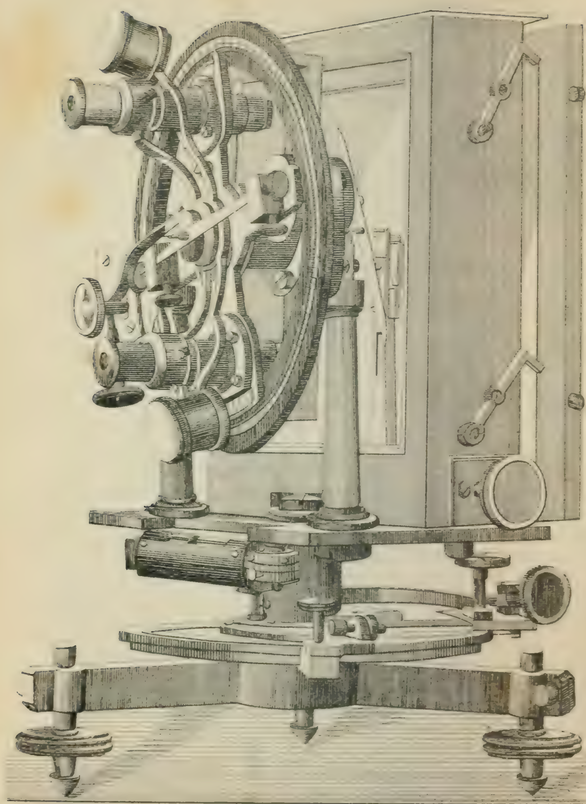
La parte superior se compone de una caja de vidrio en que va suspendida una aguja sobre un eje horizontal.

Delante de la caja de vidrio hai un círculo vertical cuyo plano es paralelo al de la aguja. El círculo vertical lleva un brazo jiratorio que lleva a su vez dos microscópios con hilos cruzados i vernieres, por medio de los cuales se observa los estremos de la aguja i se lee el círculo vertical.

La aguja es plana, de unos 8 cm de largo i 6 mm de ancho, i sus estremos terminan en puntas. Lleva una letra en una punta i en una cara que se llaman *Punta i cara marcadas*.

Se pone vertical el eje del instrumento por medio de los niveles i tornillos nivelantes. Los planos del círculo i de la aguja suspendida deberán estar verticales, i la prolongacion del eje horizontal de la aguja deberá pasar por el centro de graduacion del círculo. Esto es obligacion del fabricante. Se enfocarán los microscopios para ver bien las dos puntas de la aguja, i sus hilos cruzados.

Para los dos microcospios estos dos hilos deberán estar 180° aparte, i deberán arreglarse a la línea de colimacion: si se prolongarán, deberán pasar por el centro de graduacion del círculo. Para hacer este arreglo se suspende en el plano verti-



CÍRCULO DE INCLINACION.

cal de la cara de la aguja, por medio de un pedazo de cera, una hebra de seda con peso en su estremo inferior, i que esté libre i exactamente sobre el centro de graduacion del círculo. Dos observaciones de la hebra, con el microscopio directo i jirado 180° sobre su eje, demostrará error de colimacion que se corrije fácilmente.

El cero de la graduacion del círculo vertical debe estar en el plano horizontal que pasa por el centro del círculo, o al menos mui próximo a este plano. El plano de la aguja debe estar en el meridiano magnético. Esto se hace como sigue:

Se jira la caja en azimut hasta que está perpendicular al meridiano magnético, se suspende la aguja i se da vueltas al tornillo de tanjencia del círculo azimutal hasta que la aguja esté vertical. Se lee el círculo azimutal, i se invierte la aguja de manera que su cara que quedaba al N., esté ahora al S., i se observa como anteriormente. Se hace jirar 180° el círculo azimutal i se hacen otras dos observaciones, invertiendo la aguja entre las observaciones. La media de estas cuatro lecturas, + 90° i — 90° dará la lectura del círculo azimutal cuando la aguja esté en el meridiano magnético. El círculo tiene dos topes que pueden ponerse de manera que el instrumento pueda jirarse 180° rápidamente i volver sin necesidad de leer el círculo azimutal.

CAMBIAR LA POLARIDAD DE LA AGUJA.

Para neutralizar errores de forma i la posicion del centro de gravedad de la aguja, se deberá cambiar la polaridad de la aguja, en la mitad de las observaciones, como sigue:

Hai un bloque llamado *bloque de inversion*. Sobre este bloque se asegura la aguja con la cara hacia arriba, i se pone el bloque sobre una superficie horizontal. Se toma una barra imantada en cada mano. Se juntan los *polos opuestos* de las barras en el medio de la aguja de manera que la tocan a cada lado del eje, estando las barras inclinadas hacia afuera unos 30° sobre la horizontal. Se hacen pasar lenta i uniformemente las barras por la aguja en direccion paralela al eje jeométrico de la aguja, i opuestas, llevándose el estremo norte de un imán hacia el estremo norte de la aguja, i el estremo sur del otro imán hacia el estremo sur de la aguja. Se mantiene el movimiento de

las dos barras lo mas informe posible, para llegar a los estremos al mismo tiempo, i se continúa mas allá de los estremos.

Despues se levantan los imanes bastante por encima de la aguja, i se vuelven al centro de la aguja. Se hace esto tres veces, enseguida se pone la aguja cara abajo i se repite toda la operacion. El estremo norte será ahora el sur.

El número de pasadas de los imanes dependen de las fuerzas relativas de estas i de la aguja.

Si los imanes no tienen la misma fuerza, se les cambia de manos despues de la primera mitad de la operacion, i se termina la operacion con los imanes en sus nuevas posiciones.

Hai que manejar los imanes con cuidado, no permitiendo que se toquen sino por sus polos opuestos, i cuando están en sus cajas se unen sus polos opuestos por armaduras de fierro dulce. Cuando se está observando la inclinacion se retirarán los imanes a *lo menos 10 metros*, i cuando se trata de la declinacion se alejarán mucho mas. De igual modo, el observador no deberá llevar en su persona objeto de metal como llaves, cortaplumas, etc. Se mantienen las agujas cuidadosamente secas, pasándoles un cuero de ante despues de usarlas.

Fácilmente se comprenderá el plan jeneral de observaciones por medio del siguiente ejemplo:

Las anotaciones en la 2.ª i 3.ª línea horizontal son independientes de las de la primera i tambien entre sí; i entre cada línea de observaciones se levanta un poco la aguja i se vuelve a colocarla. A veces pueden existir pequeños defectos e irregularidades en la forma del eje de la aguja en el punto de contacto, en cuyo caso el equilibrio de la aguja estaria afectado por esto. Tales defectos pueden ser reconocidos por irregularidades en las oscilaciones de la aguja.

En el ejemplo anexo, círculo al E. o al O es cuando el círculo vertical está al E. o al O. de la caja de vidrio.

Cara al E. ú O. es cuando la cara marcada de la aguja está hacia el E. o el O.

Estas observaciones deberán tomarse a lo ménos en tres dias sucesivos.

OBSERVACIONES PARA LA INCLINACION MAGNÉTICA.

echa: Diciembre 2 de 1889 — Círculo N.º 25. Juan Dover, Aguja N.º

ocalidad: Isla Asunción, Baja California — Observador C. F. P.

Polaridad del estremo marcado, S.

Círculo al E.				Círculo al O			
Cara al E.		Cara al O.		Cara al E.		Cara al O.	
S.	N.	S.	N	S	N	S	N
52° 04'	51° 49'	51° 51'	51° 35.'	52° 19.'	52° 22.'5	52° 08'	52° 09.'
04.5	50	50	34	20	23	07. 5	08 5
03.5	50	50	34	19 5	22 5	06	07
Media 52 04	51 49.7	51 50.3	51 34.3	52° 19 5	52 22 7	52 07 2	52 08 2
Media 51° 56'.8		51° 42.' 3		52° 21.'1		52 07.'7	
Media 51° 49.' 6				52° 14.'4			
52° 02'							

Polaridad del estremo marcado N

Círculo al O.				Círculo al E			
Cara al O		Cara al E.,		Cara al O.		Cara al E.	
S	N	S	N	S	N	S	N
52° 04.'5	52° 07.'	51° 51.'5	51° 53.'5	51° 42.'	51° 29.'	51° 30.'	51° 15.'5
03 5	06	52	52	43	30	32 5	18
04	06 5	51.5	51.5	42 5	29 5	33	18 5
Media 52 04	52 06 5	51 50 3	51 52 3	51 42 5	51 29 5	51 31 8	51 17 3
Nedia 52° 05.'2		51° 51.3		51° 36'		51° 24.'6	
51° 58.'8				51° 30.'3			
51° 44.'6							

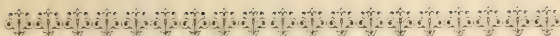
Media 51° 52.'4

Media Final 51° 53.'3 = Inclinacion Magnética

Hora local al empezar 10 h 30 m am
Hora local al terminar 11 10 «
ectura del círculo azimutal para Meridiano magnético 23° 31'

Círculo vertical en vertical primario mag.

Círculo N	aguja	N	23° 32'
«	«	«	S	23 10
«	S	«	N	23 53
«	«	«	S	23 29
		Media		23 31



CAPÍTULO XVI.

LEVANTAMIENTO A VAPOR

A veces sucederá que haya que levantar un tramo de costa, i que el tiempo disponible u otras circunstancias impiden el empleo de ninguno de los métodos descritos i será necesario hacer el trabajo entero por observaciones tomadas desde el buque i de los botes al recorrer la costa, i verificar las distancias por observaciones astronómicas en distintos puntos de la costa.

El buqué deberá fondear cerca del principio del trabajo; se determina su latitud i lonjitud por observaciones con sextante, i se tomará una série de ángulos a todos los objetos notables, incluso tanjentes a islas, puntas, desembocaduras de rios, ensenadas, etc. Será necesario tambien determinar el azimut verdadero de uno de los puntos, i tambien medir alturas angulares para determinar las alturas de los picos, i determinar el rumbo e intensidad de las corrientes.

MEDIR LA BASE

Se manda una lancha a vapor hacia adelante unas cuatro o cinco millas, en una direccion paralela a la costa, cuidando mucho de su gobierno, i midiendo la distancia con corredera de patente. Al final de la base fondea la lancha i a lo que haya hecho cabeza, iza una señal í toma ángulos a todos los puntos observados por el buque en la primera estacion, i tambien ángulos entre el buque i algunos de los puntos.

A bordo del buque se observan ángulos entre la lancha i varios puntos terrestres. Todos estos ángulos deberán tomarse de manera que el ángulo entre dos objetos cualquiera puede determinarse por una combinacion de los ángulos. Entonces se va el buque al punto donde está la lancha, midiendo la dis-

tancia con corredera de patente i pidiendo el rejistro de los ángulos tomados por la lancha. Se empieza a fijar el trazado inmediatamente. Primero se fija el buque por su latitud i lonjitud, i la línea a la lancha se traza por su rumbo verdadero i con la media de las dos indicaciones de las correderas por distancia. Si antes de partir el buque se ha determinado la distancia por sonido (bajo circunstancias favorables), se tomará la media de las tres determinaciones. Con esta línea como base, se trazan todos los ángulos.

Mientras tanto el buque gobierna a un rumbo unas cuatro cuartas abierto de la costa, fijando el punto cada milla por ángulos a tres puntos, usando puntos que ya han sido fijados. Se sondará en todas las líneas, a intervalos que dependen de la profundidad del agua.

Despues de cinco millas se toma una série de ángulos simultáneos, usando los puntos orijinales i aquellos nuevos que han venido a la vista. De este modo el buque sigue á lo largo de la costa, gobernando a unas cuatro o cinco cuartas de la direccion de la costa, alejándose i acercandose alternativamente, manteniendose entre 2 ½ i 8 millas de la costa, fijándose por puntos ya situados i tomando ángulos a objetos nuevos en cuanto se presenten, cuidando de tener *a lo menos* cuatro objetos situados a la vista, midiendo todas las distancias con corredera de patente, i verificando el punto al final de cada línea por demarcaciones verdaderas siempre que el sol esté en posicion favorable para tomarlas, i cuando se fondea en la noche, observando, en el crepúsculo, cuando sea posible, una estrella para la demarcacion verdadera.

A medida que avanza el trabajo, se encontrará que los ángulos a los objetos terrestres estarán mas i mas descordantes, i por lo tanto se elejirá la posicion mas conveniente de entre el gran número de ángulos tomados. Solamente la esperiencia, puede guiar a uno al hacer esta eleccion.

Despues de unas 40 millas de costa se observará la latitud i lonjitud, i entre las dos estaciones astronómicas fijadas de esta manera, se arregla la costa, fijando i volviendo a fijar hasta que los ángulos concuerdan lo mas posible con los puntos fijados. Si es posible desembarcar en alguno de los puntos i tomar una serie de ángulos a otros objetos incluso el buque, se mejorará mucho la exactitud. Se pudiera medirse

una base entre dos estaciones cualesquiera, i establecer un punto astronómico, se aumentará aun mas la exactitud. En una palabra, mientras mayor el número de estaciones que se pueda ocupar, mas se semejará el levantamiento a una triangulacion regular, i naturalmente, mayor será la exactitud.

Por último, si el buque pudiera volver a lo largo de la costa, corriendo líneas paralelas a la 1.ª serie, podrían correjirse muchos errores.

TRABAJO DE LAS LANCHAS A VAPOR

Mientras el buque está asi ocupado, las lanchas a vapor, de las cuales deberá haber siempre dos, estan ocupadas, una en hacer el contorno de la costa, i la otra sondando de $\frac{1}{2}$ milla a 1 milla de la playa, fijándose por ángulos a objetos cerca de la playa que hayan sido fijados por el buque.

La lancha mas próxima a la costa hace el detalle de la costa por el rumbo i distancia, cuidando de no cambiar de rumbo sin haber ántes tomado ángulos para fijarse.

Supongamos que el bote haya partido de 1 A (vease fig. 45) i gobernado al rumbo N × O. Sobre una hoja de papel de unos 30 cm. cuadrados, se escoje, cerca del pié del papel, un punto cualquiera i con un trasportador de talco se traza una recta i se llama N × O. Se escribe la indicacion de la corredera a la cuadra de la posicion, i se toma una escala de 1 cm.=0.1 milla por ejemplo: Se calcula a ojo la distancia a la costa B que está a la cuadra, i se marca. A medida que avanza la lancha, se anota sobre la línea cada décimo de milla, i se estima la distancia a la costa. Se dibuja el contorno lo mejor que se pueda. Al cambiar de rumbo se aprecia la distancia a tierra en dos direcciones. La topografia se representa por signos convencionales o por palabras. Al cambiar de rumbo, el rumbo nuevo se pone en exacta direccion desde la última posicion en la línea orijinal i asi se continúa el trabajo hasta llegar al márjen del papel, cuando es continuado en la hoja siguiente, numerándose las hojas al cambiarlas i entrando los números al rejistro. El bote debe tenerse tan cerca de la tierra como sea posible, i a cada roca, bajo, zargazo, etc., debe ser examinada, i todas las rocas fuera de la

línea deberán ser fijadas por ángulos i apuntadas en las hojas

El trazar minuto final no se hace hasta que el trabajo de buque está ajustado i fijado. Entonces se traza cada posicion por ángulos, i las distancias entre éstas son divididas proporcionalmente: las distancias a la costa son trazados por medio de la escala de proyeccion, eliminando asi los errores de compas, de direccion i de distancia obtenidos por corredera.

Muchos puntos menores en la línea de la costa pueden ser fijados por dos ángulos, i las distancias estimadas pueden ser verificadas así.

Si puede volver el buque sobre la misma línea, se pueden ocupar las lanchas en correr líneas de sonda dentro de la línea del buque, una de ellas haciendo una línea mas o menos $1\frac{1}{2}$ milla de la costa, i la otra una línea de zic–zac entre media milla i $2\frac{1}{2}$ millas de la costa.

Por medio de estos métodos es posible hacer una carta mui servible en mui poco tiempo. Si fondeaderos o puerto son descubiertos por las lanchas, se debe hacer el levantamiento en la manera regular, fijando señales haciendo la líneas de sondas que son necesarias, i levantando la línea de la costa caminando a lo largo de esta.

Despues se une el puerto con el resto de la costa por àngulos desde las estaciones secundarias a las que se han usado en la parte principal del levantamiento. Si una o mas cumbres distantes pueden ser fijadas por demarcaciones verdaderas desde dos de las estaciones astronómicas, puede hacerse el levantamiento entre estos dos puntos con bastante exactitud observando arrumbamientos de éstas cumbres i trazando la otras por medio de estos i los ángulos observados.

Si el trabajo desde la primera estacion astronómica hasta la siguiente es bueno, no habrá necesidad de retrazar, pero la situacion obtenida así tendrá que convenirse con la verdadera posicion calculada de las observaciones. Esto se hace ajustando los puntos como en una triangulacion regular.

Cróquis o vistas fotográficas de la costa deben hacerse desde las diferentes posiciones del buque para ayudar al dibujante i tambien para las vistas que deben ser imprimidas en las cartas.

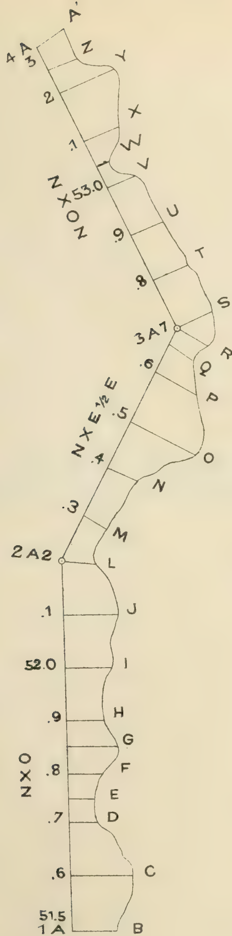

A
4 A
3
Z
Y
2
X
.1
W
V
N X O N
53.0
U
.9
T
.8
S
3 A 7
R
.6
Q
N X E ½ E
P
.5
.4
O
N
.3
M
2 A 2
L
.1
J
52.0
I
.9
H
G
N X O
.8
F
E
.7
D
C
.6
51.5
1 A
B

Fig. 45.

PARA EL CÁLCULO DE LAS COORDENADAS JEOGRÁFICAS

DE LOS VÉRTICES DE UNA TRIANGULACION

FÓRMULAS

En las fórmulas siguientes, L=Latitud de la estacion cuyas coordenadas son conocidas; L′=Latitud de la estacion cuyas coordenadas deben determinarse; M i M′= respectivamente las lonjitudes de éstas estaciones; Z=el azimut o demarcacion verdadera de la estacion, coordenadas desconocidas, desde la estacion, coordenadas conocidas; Z′=el azimut inverso; δL=un valor preliminar de la diferencia de latitud entre las dos estaciones; dL=un valor definido de la misma diferencia; dZ=la diferencia de los azimutes; λ=Latitud media; A′, B, C, D, E, F=constantes cuyos logaritmos se encuentran en la Tabla I, con la latitud L como argumento. Para buscar a log. A′ en la Tabla, se usa como argumento latitud L′.

S=la distancia entre las estaciones.

$$(1)—\delta L = S \cos Z.\, B + S^2 \operatorname{sen}^2 Z.\, C — h\, S^2 \operatorname{sen}^2 Z.\, E. +$$

$$(2)—dL = S\cos Z.\ B + S^2 \operatorname{sen}^2 Z.\, C + (\delta L)^2\, D — hS^2 \operatorname{sen}^2 Z.\, E,$$

Para $S < 20$ km.

$$(3) - dL = S \cos Z.\, B + S^2 \operatorname{sen}^2 Z.\, C + h^2\, D$$

Para $S < 16$ km. o log. $S < 4.20$, el último término de (2) es insensible. Se tomará en cuenta $(\delta L)^2$ D si log. $h > 2.31$; i h^2 puede reemplazarse a $(\delta L)^2$ siempre que log. $S < 4.93$.

(4) L=L—dL.

(5) h=S cos Z. B,

(6) $dM = \frac{S \text{ sen } Z. A'}{\cos L'}$ Se corrije el error que se comete al

aceptar la proporcionalidad de los senos por el uso de la Tabla (II). de diferencia entre los arcos i las líneas. La diferencia se buscará entre log. S i log. dM, dándole al primero el signo negativo, i al segundo el positivo, i agregando su suma aljebráica a log DM.

El signo de DM depende del de sen Z que es positivo entre O° i 180°.

(7) $-dZ = dM \frac{\text{sen}\lambda}{\cos \frac{1}{2} dL}$ Los valores de log. sec $\frac{1}{2}$ dL se

encuentran en la Tabla III. Si se trata de un valor grande de dM.

$$-dZ = dM \frac{\text{sen}\lambda}{\cos \frac{1}{2} dL} + (dM)^3 F.$$

$(dM)^3$ F alcanza a 0, 0"1 cuando log DM=3,,36.



CALCULO DE LAS COORDENADAS JEOGRAFICAS

MODELO.

Z	Punta Laguna △ a Pico △ ...	10°	12′	47.″42
<	Pico △ a Top △	65	02	24
Z	Punta Laguna a Top	305	10	23, 42
dZ	....	+	30	10.94
		305	40	34. 36
180°	....	180	00	00
Z′	Top a Punta Laguna	125	40	34. 36

L	28° 15′ 32″275	Pta. Laguna	M	114° 06′ 22″338
dL	— 40 43 754	129,772.3 mts	dM	—1 04 27.417
L′	27 34 49 521	Top	M′	113 01 54.921
λ	27 55.11 398			

S	5.1131819	S^2	10.22636	$(\delta L)^2$	6.7761	h	+ 3.3853
Cos Z +	1.7604600	Sen ^{2} Z	$\bar{1}$.82488	D	8.3133	$S^2 Sen^2 Z$	10.0512
B	$\bar{2}$.5116871	C	$\bar{9}$.13602	+ 0.123	$\bar{1}$.0894	E	$\bar{15}$.8829
				— 0.209			
log h +	3.3853290	log	1.18726	— 0.086		—0.209	+ $\bar{1}$.3194
h	+ 2428."449	2.° térm.	+ 15."391				
1r. térm.	+ 2428."449	S	5.1131819			(dM)³	—10.762
2.° «	+ 15.391	Sen Z	$\bar{1}$.9124424	Corr.Tb.II		F	$\bar{13}$.856
				Arg.			
	+ 2443.840	A'	$\bar{2}$.5094112	S	—0.299	Corr 04	—$\bar{2}$.618
3.° i 4.° «	— .086	Cos L'arco	0.0523890	dM	+ 0.255	dM	— 3.587421
—dL	+ 2443."754	Log dM	3.5874245	Corr	- 0.044	sen λ	$\bar{1}$.670465
	-0°40'43."754	Corr.—	0.0000044			sec ½ dL	— 0.000008
			3.5874289			log dZ	— 3.257894
		dM	—3867."417			—dZ	— 1810."90
			1°04'27.417			Corr	'04
							1810.94
						—dZ	—30'10."94

TABLA I.

(U. S. Coast Survey 1894).

Lat.	Log A' se tomará L' como argumento	Log B	Log C	Log D	Log E	Log F
18° 00'	$\bar{2}$.5095862	$\bar{2}$.5122550	$\overline{10}$.91816	$\bar{8}$.1606	$\overline{15}$.7317	$\overline{13}$.738
10	$\bar{2}$.5095836	$\bar{2}$.5122474	$\overline{10}$.92243	$\bar{8}$.1641	$\overline{15}$.7337	
20	$\bar{2}$.5095811	$\bar{2}$.5122397	$\overline{10}$.92667	$\bar{8}$.1675	$\overline{15}$.7358	$\overline{13}$.744
30	$\bar{2}$.5095785	$\bar{2}$.5122320	$\overline{10}$.93088	$\bar{8}$.1709	$\overline{15}$.7379	
40	$\bar{2}$.5095759	$\bar{2}$.5122243	$\overline{10}$.93505	$\bar{8}$.1742	$\overline{15}$.7400	$\overline{13}$.750
50	$\bar{2}$.5095733	$\bar{2}$.5122165	$\overline{10}$.93919	$\bar{8}$.1775	$\overline{15}$.7422	
19 00	$\bar{2}$.5095707	$\bar{2}$.5122086	$\overline{10}$.94330	$\bar{8}$.1808	$\overline{15}$.7443	$\overline{13}$.756
10	$\bar{2}$.5095681	$\bar{2}$.5122006	$\overline{10}$.94737	$\bar{8}$.1840	$\overline{15}$.7464	
20	$\bar{2}$.5095654	$\bar{2}$.5121927	$\overline{10}$.95142	$\bar{8}$.1872	$\overline{15}$.7486	$\overline{13}$.761
30	$\bar{2}$.5095627	$\bar{2}$.5121847	$\overline{10}$.95544	$\bar{8}$.1903	$\overline{15}$.7508	
40	$\bar{2}$.5095600	$\bar{2}$.5121766	$\overline{10}$.95943	$\bar{8}$.1934	$\overline{15}$.7530	$\overline{13}$.767
50	$\bar{2}$.5095573	$\bar{2}$.5121684	$\overline{10}$.96339	$\bar{8}$.1965	$\overline{15}$.7552	
20 00	$\bar{2}$.5095546	$\bar{2}$.5121602	$\overline{10}$.96733	$\bar{8}$.1996	$\overline{15}$.7574	$\overline{13}$.772
10	$\bar{2}$.5095518	$\bar{2}$.5121519	$\overline{10}$.97123	$\bar{8}$.2026	$\overline{15}$.7597	
20	$\bar{2}$.5095490	$\bar{2}$.5121435	$\overline{10}$.97511	$\bar{8}$.2055	$\overline{15}$.7619	$\overline{13}$.777
30	$\bar{2}$.5095462	$\bar{2}$.5121351	$\overline{10}$.97896	$\bar{8}$.2084	$\overline{15}$.7642	
40	$\bar{2}$.5095434	$\bar{2}$.5121267	$\overline{10}$.98729	$\bar{8}$.2113	$\overline{15}$.7664	$\overline{13}$.782
50	$\bar{2}$.5095406	$\bar{2}$.5121182	$\overline{10}$.98659	$\bar{8}$.2142	$\overline{15}$.7688	
21 00	$\bar{2}$.5095377	$\bar{2}$.5121096	$\overline{10}$.99037	$\bar{8}$.2170	$\overline{15}$.7711	$\overline{13}$.787
10	$\bar{2}$.5095348	$\bar{2}$.5121010	$\overline{10}$.99412	$\bar{8}$.2198	$\overline{15}$.7734	
20	$\bar{2}$.5095320	$\bar{2}$.5120924	$\overline{10}$.99785	$\bar{8}$.2226	$\overline{15}$.7757	$\overline{13}$.791
30	$\bar{2}$.5095290	$\bar{2}$.5120836	9.00156	$\bar{8}$.2253	$\overline{15}$.7780	
40	$\bar{2}$.5095261	$\bar{2}$.5120748	9.00524	$\bar{8}$.2280	$\overline{15}$.7804	$\overline{13}$.796
50	$\bar{2}$.5095232	$\bar{2}$.5120660	9.00890	$\bar{8}$.2307	$\overline{15}$.7828	
22 00	$\bar{2}$.5095202	$\bar{2}$.5120571	9.01253	$\bar{8}$.2333	$\overline{15}$.7851	$\overline{13}$.800
10	$\bar{2}$.5095172	$\bar{2}$.5120481	9.01615	$\bar{8}$.2359	$\overline{15}$.7875	
20	$\bar{2}$.5095142	$\bar{2}$.5120391	9.01974	$\bar{8}$.2385	$\overline{15}$.7899	$\overline{13}$.804
30	$\bar{2}$.5095112	$\bar{2}$.5120301	9.02331	$\bar{8}$.2411	$\overline{15}$.7924	
40	$\bar{2}$.5095082	$\bar{2}$.5120210	9.02686	$\bar{8}$.2436	$\overline{15}$.7948	$\overline{13}$.808
50	$\bar{2}$.5095051	$\bar{2}$.5120118	9.03039	$\bar{8}$.2461	$\overline{15}$.7972	
23 00	$\bar{2}$.5095020	$\bar{2}$.5120026	9.03390	$\bar{8}$.2485	$\overline{15}$.7997	$\overline{13}$.812
10	$\bar{2}$.5094990	$\bar{2}$.5119934	9.03739	$\bar{8}$.2510	$\overline{15}$.8021	
20	$\bar{2}$.5094959	$\bar{2}$.5119840	9.04086	$\bar{8}$.2534	$\overline{15}$.8046	$\overline{13}$.816
30	$\bar{2}$.5094927	$\bar{2}$.5119747	9.04431	$\bar{8}$.2557	$\overline{15}$.8071	
40	$\bar{2}$.5094896	$\bar{2}$.5119653	9.04775	$\bar{8}$.2581	$\overline{15}$.8096	$\overline{13}$.819
50	$\bar{2}$.5094865	$\bar{2}$.5119558	9.05116	$\bar{8}$.2604	$\overline{15}$.8121	
24 00	$\bar{2}$.5094833	$\bar{2}$.5119463	9.05456	$\bar{8}$.2627	$\overline{15}$.8146	$\overline{13}$.823
10	$\bar{2}$.5094801	$\bar{2}$.5119367	9.05794	$\bar{8}$.2650	$\overline{15}$.8172	
20	$\bar{2}$.5094769	$\bar{2}$.5119271	9.06130	$\bar{8}$.2672	$\overline{15}$.8197	$\overline{13}$.826
30	$\bar{2}$.5094736	$\bar{2}$.5119174	9.06464	$\bar{8}$.2694	$\overline{15}$.8223	
40	$\bar{2}$.5094704	$\bar{2}$.5119077	9.06797	$\bar{8}$.2716	$\overline{15}$.8249	$\overline{13}$.829
50	$\bar{2}$.5094672	$\bar{2}$.5118979	9.07128	$\bar{8}$.2738	$\overline{15}$.8274	
25 00	$\bar{2}$.5094639	$\bar{2}$.5118881	9.07457	$\bar{8}$.2759	$\overline{15}$.8300	$\overline{13}$.832
10	$\bar{2}$.5094606	$\bar{2}$.5118783	9.07785	$\bar{8}$.2780	$\overline{15}$.8326	
20	$\bar{2}$.5094573	$\bar{2}$.5118684	9.08111	$\bar{8}$.2801	$\overline{15}$.8352	$\overline{13}$.835
30	$\bar{2}$.5094540	$\bar{2}$.5118584	9.08435	$\bar{8}$.2822	$\overline{15}$.8379	
40	$\bar{2}$.5094507	$\bar{2}$.5118484	9.08758	$\bar{8}$.2842	$\overline{15}$.8405	$\overline{13}$.838
50	$\bar{2}$.5094473	$\bar{2}$.5118383	9.09080	$\bar{8}$.2862	$\overline{15}$.8431	
26 00	$\bar{2}$.5094439	$\bar{2}$.5118283	9.09400	$\bar{8}$.2882	$\overline{15}$.8458	$\overline{13}$.841
10	$\bar{2}$.5094406	$\bar{2}$.5118181	9.09718	$\bar{8}$.2902	$\overline{15}$.8485	
20	$\bar{2}$.5094372	$\bar{2}$.5118079	9.10036	$\bar{8}$.2922	$\overline{15}$.8512	$\overline{13}$.844
30	$\bar{2}$.5094337	$\bar{2}$.5117977	9.10351	$\bar{8}$.2941	$\overline{15}$.8539	
40	$\bar{2}$.5094303	$\bar{2}$.5117874	9.10666	$\bar{8}$.2960	$\overline{15}$.8566	$\overline{13}$.846
50	$\bar{2}$.5094269	$\bar{2}$.5117771	9.10979	$\bar{8}$.2978	$\overline{15}$.8593	
27 00	$\bar{2}$.5094234	$\bar{2}$.5117667	9.11290	$\bar{8}$.2997	$\overline{15}$.8620	$\overline{13}$.849
10	$\bar{2}$.5094200	$\bar{2}$.5117563	9.11600	$\bar{8}$.3015	$\overline{15}$.8647	
20	$\bar{2}$.5094165	$\bar{2}$.5117458	9.11909	$\bar{8}$.3033	$\overline{15}$.8675	$\overline{13}$.851
30	$\bar{2}$.5094130	$\bar{2}$.5117353	9.12217	$\bar{8}$.3051	$\overline{15}$.8702	
40	$\bar{2}$.5094094	$\bar{2}$.5117248	9.12523	$\bar{8}$.3069	$\overline{15}$.8730	$\overline{13}$.853
50	$\bar{2}$.5094059	$\bar{2}$.5117142	9.12829	$\bar{8}$.3086	$\overline{15}$.8756	

TABLA I.

Lat.	Log. A'	Log. B	Log. C	Log. D	Log E	Log F
28° 00'	$\bar{2}.5094024$	$\bar{2}.5117036$	$\bar{9}.13132$	$\bar{8}.3104$	$\bar{15}.8785$	$\bar{13}.855$
10	$\bar{2}.5093988$	$\bar{2}.5116929$	$\bar{9}.13435$	$\bar{8}.3121$	$\bar{15}.8813$	
20	$\bar{2}.5093952$	$\bar{2}.5116822$	$\bar{9}.13737$	$\bar{8}.3137$	$\bar{15}.8841$	$\bar{13}.857$
30	$\bar{2}.5093917$	$\bar{2}.5116714$	$\bar{9}.14037$	$\bar{8}.3154$	$\bar{15}.8870$	
40	$\bar{2}.5093881$	$\bar{2}.5116607$	$\bar{9}.14337$	$\bar{8}.3170$	$\bar{15}.8898$	$\bar{13}.859$
50	$\bar{2}.5093845$	$\bar{2}.5116498$	$\bar{9}.14635$	$\bar{8}.3187$	$\bar{15}.8926$	
29 00	$\bar{2}.5093808$	$\bar{2}.5116389$	$\bar{9}.14932$	$\bar{8}.3203$	$\bar{15}.8955$	$\bar{13}.861$
10	$\bar{2}.5093772$	$\bar{2}.5116280$	$\bar{9}.15228$	$\bar{8}.3218$	$\bar{15}.8983$	
20	$\bar{2}.5093735$	$\bar{2}.5116171$	$\bar{9}.15522$	$\bar{8}.3234$	$\bar{15}.9012$	$\bar{13}.863$
30	$\bar{2}.5093699$	$\bar{2}.5116061$	$\bar{9}.15816$	$\bar{8}.3249$	$\bar{15}.9041$	
40	$\bar{2}.5093662$	$\bar{2}.5115950$	$\bar{9}.16109$	$\bar{8}.3264$	$\bar{15}.9069$	$\bar{13}.864$
50	$\bar{2}.5093625$	$\bar{2}.5115840$	$\bar{9}.16401$	$\bar{8}.3279$	$\bar{15}.9098$	
30 00	$\bar{2}.5093588$	$\bar{2}.5115729$	$\bar{9}.16692$	$\bar{8}.3294$	$\bar{15}.9127$	$\bar{13}.866$
10	$\bar{2}.5093551$	$\bar{2}.5115617$	$\bar{9}.16981$	$\bar{8}.3309$	$\bar{15}.9157$	
20	$\bar{2}.5093514$	$\bar{2}.5115505$	$\bar{9}.17270$	$\bar{8}.3323$	$\bar{15}.9186$	$\bar{13}.867$
30	$\bar{2}.5093476$	$\bar{2}.5115393$	$\bar{9}.17558$	$\bar{8}.3337$	$\bar{15}.9215$	
40	$\bar{2}.5093439$	$\bar{2}.5115281$	$\bar{9}.17845$	$\bar{8}.3351$	$\bar{15}.9245$	$\bar{13}.869$
50	$\bar{2}.5093401$	$\bar{2}.5115168$	$\bar{9}.18131$	$\bar{8}.3365$	$\bar{15}.9274$	
31 00	$\bar{2}.5093363$	$\bar{2}.5115054$	$\bar{9}.18416$	$\bar{8}.3379$	$\bar{15}.9304$	$\bar{13}.870$
10	$\bar{2}.5093325$	$\bar{2}.5114941$	$\bar{9}.18700$	$\bar{8}.3392$	$\bar{16}.9334$	
20	$\bar{2}.5093287$	$\bar{2}.5114827$	$\bar{9}.18983$	$\bar{8}.3405$	$\bar{15}.9363$	$\bar{13}.871$
30	$\bar{2}.5093249$	$\bar{2}.5114713$	$\bar{9}.19266$	$\bar{8}.3418$	$\bar{15}.9393$	
40	$\bar{2}.5093211$	$\bar{2}.5114598$	$\bar{9}.19548$	$\bar{8}.3431$	$\bar{15}.9423$	$\bar{13}.872$
50	$\bar{2}.5093173$	$\bar{2}.5114483$	$\bar{9}.19828$	$\bar{8}.3444$	$\bar{15}.9453$	
32 00	$\bar{2}.5093134$	$\bar{2}.5114368$	$\bar{9}.20108$	$\bar{8}.3456$	$\bar{15}.9484$	$\bar{13}.873$
10	$\bar{2}.5093096$	$\bar{2}.5114252$	$\bar{9}.20387$	$\bar{8}.3469$	$\bar{15}.9514$	
20	$\bar{2}.5093057$	$\bar{2}.5114136$	$\bar{9}.20666$	$\bar{8}.3481$	$\bar{15}.9544$	$\bar{13}.874$
30	$\bar{2}.5093018$	$\bar{2}.5114020$	$\bar{9}.20944$	$\bar{8}.3493$	$\bar{15}.9575$	
40	$\bar{2}.5092980$	$\bar{2}.5113903$	$\bar{9}.21220$	$\bar{8}.3504$	$\bar{15}.9605$	$\bar{13}.875$
50	$\bar{2}.5092940$	$\bar{2}.5113786$	$\bar{9}.21496$	$\bar{8}.3516$	$\bar{15}.9636$	
33 00	$\bar{2}.5092901$	$\bar{2}.5113669$	$\bar{9}.21772$	$\bar{8}.3527$	$\bar{15}.9667$	$\bar{13}.875$
10	$\bar{2}.5092862$	$\bar{2}.5113551$	$\bar{9}.22047$	$\bar{8}.3539$	$\bar{15}.9698$	
20	$\bar{2}.5092823$	$\bar{2}.5113433$	$\bar{9}.22321$	$\bar{8}.3550$	$\bar{15}.9729$	$\bar{13}.876$
30	$\bar{2}.5092784$	$\bar{2}.5113315$	$\bar{9}.22594$	$\bar{8}.3561$	$\bar{15}.9760$	
40	$\bar{2}.5092744$	$\bar{2}.5113197$	$\bar{9}.22866$	$\bar{8}.3571$	$\bar{15}.9791$	$\bar{13}.876$
50	$\bar{2}.5092704$	$\bar{2}.5113078$	$\bar{9}.28138$	$\bar{8}.3582$	$\bar{15}.9822$	
34 00	$\bar{2}.5092665$	$\bar{2}.5112959$	$\bar{9}.23409$	$\bar{8}.3592$	$\bar{15}.9853$	$\bar{13}.877$
10	$\bar{2}.5092625$	$\bar{2}.5112840$	$\bar{9}.23680$	$\bar{8}.3602$	$\bar{15}.9885$	
20	$\bar{2}.5092585$	$\bar{2}.5112720$	$\bar{9}.23950$	$\bar{8}.3612$	$\bar{15}.9916$	$\bar{13}.877$
30	$\bar{2}.5092545$	$\bar{2}.5112600$	$\bar{9}.24219$	$\bar{8}.3622$	$\bar{15}.9948$	
40	$\bar{2}.5092505$	$\bar{2}.5112480$	$\bar{9}.24488$	$\bar{8}.3632$	$\bar{15}.9980$	$\bar{13}.877$
50	$\bar{2}.5092465$	$\bar{2}.5112360$	$\bar{9}.24756$	$\bar{8}.3642$	$\bar{14}.0011$	
35 00	$\bar{2}.5092425$	$\bar{2}.5112239$	$\bar{9}.25024$	$\bar{8}.3651$	$\bar{14}.0043$	$\bar{13}.877$
10	$\bar{2}.5092384$	$\bar{2}.5112118$	$\bar{9}.25291$	$\bar{8}.3660$	$\bar{14}.0075$	
20	$\bar{2}.5092344$	$\bar{2}.5111997$	$\bar{9}.25557$	$\bar{8}.3669$	$\bar{14}.0107$	$\bar{13}.877$
30	$\bar{2}.5092304$	$\bar{2}.5111875$	$\bar{9}.25823$	$\bar{8}.3678$	$\bar{14}.0140$	
40	$\bar{2}.5092263$	$\bar{2}.5111754$	$\bar{9}.26085$	$\bar{8}.3687$	$\bar{14}.0172$	$\bar{13}.877$
50	$\bar{2}.5092222$	$\bar{2}.5111632$	$\bar{9}.26353$	$\bar{8}.3695$	$\bar{14}.0204$	
36 00	$\bar{2}.5092182$	$\bar{2}.5111510$	$\bar{9}.26617$	$\bar{8}.3704$	$\bar{14}.0237$	$\bar{13}.877$
10	$\bar{2}.5092141$	$\bar{2}.5111387$	$\bar{9}.26881$	$\bar{8}.3712$	$\bar{14}.0269$	
20	$\bar{2}.5092100$	$\bar{2}.5111265$	$\bar{9}.27145$	$\bar{8}.3720$	$\bar{14}.0302$	$\bar{13}.877$
30	$\bar{2}.5092059$	$\bar{2}.5111142$	$\bar{9}.27407$	$\bar{8}.3728$	$\bar{14}.0334$	
40	$\bar{2}.5092018$	$\bar{2}.5111019$	$\bar{9}.27670$	$\bar{8}.3735$	$\bar{14}.0367$	$\bar{13}.877$
50	$\bar{2}.5091977$	$\bar{2}.5110895$	$\bar{9}.27932$	$\bar{8}.3743$	$\bar{14}.0400$	
37 00	$\bar{2}.5091936$	$\bar{2}.5110772$	$\bar{9}.28193$	$\bar{8}.3750$	$\bar{14}.0433$	$\bar{13}.876$
10	$\bar{2}.5091895$	$\bar{2}.5110648$	$\bar{9}.28454$	$\bar{8}.3758$	$\bar{14}.0466$	
20	$\bar{2}.5091853$	$\bar{2}.5110524$	$\bar{9}.28715$	$\bar{8}.3765$	$\bar{14}.0499$	$\bar{13}.876$
30	$\bar{2}.5091812$	$\bar{2}.5110400$	$\bar{9}.28975$	$\bar{8}.3772$	$\bar{14}.0533$	
40	$\bar{2}.5091771$	$\bar{2}.5110276$	$\bar{9}.29234$	$\bar{8}.3779$	$\bar{14}.0566$	$\bar{13}.875$
50	$\bar{2}.5091729$	$\bar{2}.5110151$	$\bar{9}.29494$	$\bar{8}.3785$	$\bar{14}.0600$	

TABLA I.

Lat	Log A'	Log B	Log C	Log D	Log E	Log F
38° 00'	2.5091687	2.5110027	9.29753	8.3792	14.0633	13.874
10	2.5091646	2.5109902	9.30011	8.3798	14.0667	
20	2.5091604	2.5109777	9.30269	8.3804	14.0701	13.874
30	2.5091562	2.5109652	9.30527	8.3810	14.0734	
40	2.5091521	2.5109526	9.30785	8.3816	14.0768	13.873
50	2.5091479	2.5109401	9.31042	8.3822	14.0802	
39 00	2.5091437	2.5109275	9.31299	8.3827	14.0836	13.872
10	2.5091395	2.5109149	9.31555	8.3832	14.0871	
20	2.5091353	2.5109023	9.31811	8.3838	14.0905	13.871
30	2.5091311	2.5108897	9.32067	8.3843	14.0939	
40	2.5091269	2.5108771	9.32323	8.3848	14.0974	13.870
50	2.5091227	2.5108644	9.32578	8.3852	14.1008	
40 00	2.5091184	2.5108517	9.32833	8.3857	14.1043	13.869
10	2.5091142	2.5108391	9.33088	8.3861	14.1078	
20	2.5091100	2.5108264	9.33342	8.3866	14.1113	13.867
30	2.5091057	2.5108137	9.33596	8.3870	14.1148	
40	2.5091015	2.5108010	9.33850	8.3874	14.1183	13.866
50	2.5090973	2.5107883	9.34104	8.3878	14.1218	
41 00	2.5090930	2.5107755	9.34358	8.3882	14.1253	13.864
10	2.5090888	2.5107628	9.34611	8.3885	14.1289	
20	2.5090845	2.5107500	9.34864	8.3889	14.1234	13.863
30	2.5090803	2.5107373	9.35117	8.3892	14.1360	
40	2.5090760	2.5107245	9.35770	8.3895	14.1395	13.861
50	2.5090718	2.5107117	9.35623	8.3898	14.1431	
42 00	2.5090675	2.5106989	9.35875	8.3901	14.1467	13.860
10	2.5090632	2.6106861	9.36127	8.3903	14.1503	
20	2.5090590	2.5106733	9.36379	8.3906	14.1539	13.858
30	2.5090547	2.5106605	9.36631	8.3908	14.1575	
40	2.5090504	2.5106477	9.36883	8.3910	14.1612	13.856
50	2.5090461	2.5106348	9.37135	8.3913	14.1648	
43 00	2.5090419	2.5106220	9.37386	8.3914	14.1684	13.854
10	2.5090376	2.5106092	9.37638	8.3916	14.1721	
20	2.5090333	2.5105963	9.37889	8.3918	14.1758	13.852
30	2.5090290	2.5105835	9.38141	8.3919	14.1795	
40	2.5090247	2.5105706	9.38392	8.3921	14.1831	13.850
50	2.5090204	2.5105578	9.38643	8.3922	14.1868	
44 00	2.5090162	2.5105449	9.38894	8.3923	14.1905	13.848
10	2.5090119	2.5105320	9.39145	8.3924	14.1943	
20	2.5090076	2.5105192	9.39396	8.3925	14.1980	13.845
30	2.5090033	2.5105063	9.39648	8.3925	14.2017	
40	2.5089990	2.5104935	9.39898	8.3926	14.2055	13.843
50	2.5089947	2.5104806	9.40149	8.3926	14.2092	
45 00	2.5089904	2.5104677	9.40400	8.3926	14.2130	13.840
10	2.5089861	2.5104548	9.40651	8.3926	14.2168	
20	6.5089818	2.5104420	9.40902	8.3926	14.2206	13.838
30	2.5089776	2.5104291	9.41153	8.3926	14.2244	
40	2.5089933	2.5104162	9.41404	8.3925	14.2283	13.835
50	2.5087689	2.5104034	9.41655	8.3925	14.2321	
46 00	2.5089647	2.5103905	9.41906	8.3924	14.2359	13.832
10	2.5089604	2.5103776	9.42157	8.3923	14.2398	
20	2.5089561	2.5103648	9.42409	8.3922	14.2436	13.830
30	2.5089518	2.5103519	9.42660	8.3921	14.2475	
40	2.5089475	2.5103391	9.42911	8.3920	14.2514	13.827
50	2.5089433	2.5103262	9.43163	8.3918	14.2553	
47 00	2.5089390	2.5103134	9.43414	8.3917	14.2592	13.824
10	2.5089347	2.5103005	9.43666	8.3915	14.2632	
20	2.5089304	2.5102877	9.43917	8.3913	14.2671	13.821
30	2.5089261	2.5102749	9.44169	8.3911	14.2710	
40	2.5089219	2.5102621	9.44421	8.3909	14.2750	13.817
50	2.5089176	2.5102493	9.44673	8.3900	14.2790	

TABLA I.

Lat	Log A'	Log B	Log C	Log D	Log E	Log F
48° 00'	$\bar{2}.5089133$	$\bar{2}.5102364$	$\bar{9}.44926$	$\bar{8}.3904$	$\overline{14}.2830$	$\overline{13}.814$
10	$\bar{2}.5089091$	$\bar{2}.5102236$	$\bar{9}.45178$	$\bar{8}.3901$	$\overline{14}.2870$	
20	$\bar{2}.5089048$	$\bar{2}.5102108$	$\bar{9}.45431$	$\bar{8}.3898$	$\overline{14}.2910$	$\overline{13}.811$
30	$\bar{2}.5089005$	$\bar{2}.5101981$	$\bar{9}.45683$	$\bar{8}.3895$	$\overline{14}.2950$	
40	$\bar{2}.5088963$	$\bar{2}.5101853$	$\bar{9}.45937$	$\bar{8}.3892$	$\overline{14}.2990$	$\overline{13}.807$
50	$\bar{2}.5088920$	$\bar{2}.5101725$	$\bar{9}.46190$	$\bar{8}.3889$	$\overline{14}.3031$	
49 00	$\bar{2}.5088878$	$\bar{2}.5101598$	$\bar{9}.46443$	$\bar{8}.3886$	$\overline{14}.3071$	$\overline{13}.804$
10	$\bar{2}.5088835$	$\bar{2}.5101470$	$\bar{9}.46696$	$\bar{8}.3882$	$\overline{14}.3112$	
20	$\bar{2}.5088793$	$\bar{2}.5101343$	$\bar{9}.46950$	$\bar{8}.3878$	$\overline{14}.3153$	$\overline{13}.800$
30	$\bar{2}.5088750$	$\bar{2}.5101216$	$\bar{9}.47204$	$\bar{8}.3875$	$\overline{14}.3194$	
40	$\bar{2}.5088708$	$\bar{2}.5101088$	$\bar{9}.47459$	$\bar{8}.3871$	$\overline{14}.3235$	$\overline{13}.796$
50	$\bar{2}.5088666$	$\bar{2}.5100962$	$\bar{9}.47713$	$\bar{8}.3866$	$\overline{14}.3276$	
50 00	$\bar{2}.5088623$	$\bar{2}.5100835$	$\bar{9}.47968$	$\bar{8}.3862$	$\overline{14}.3318$	$\overline{13}.792$
10	$\bar{2}.5088581$	$\bar{2}.5100708$	$\bar{9}.48223$	$\bar{8}.3858$	$\overline{14}.3359$	
20	$\bar{2}.5088539$	$\bar{2}.5100581$	$\bar{9}.48478$	$\bar{8}.3853$	$\overline{14}.3401$	$\overline{13}.788$
30	$\bar{2}.5088497$	$\bar{2}.5100455$	$\bar{9}.48734$	$\bar{8}.3848$	$\overline{14}.3443$	
40	$\bar{2}.5088455$	$\bar{2}.5100328$	$\bar{9}.48989$	$\bar{8}.3843$	$\overline{14}.3485$	$\overline{13}.784$
50	$\bar{2}.5088413$	$\bar{2}.5100202$	$\bar{9}.49246$	$\bar{8}.3838$	$\overline{14}.3527$	
51 00	$\bar{2}.5088371$	$\bar{2}.5100076$	$\bar{9}.49502$	$\bar{8}.3833$	$\overline{14}.3569$	$\overline{13}.780$
10	$\bar{2}.5088329$	$\bar{2}.5099950$	$\bar{9}.49759$	$\bar{8}.3828$	$\overline{14}.3612$	
20	$\bar{2}.5088287$	$\bar{2}.5099825$	$\bar{9}.50016$	$\bar{8}.3822$	$\overline{14}.3654$	$\overline{13}.776$
30	$\bar{2}.5088245$	$\bar{2}.5099699$	$\bar{9}.50273$	$\bar{8}.3817$	$\overline{14}.3697$	
40	$\bar{2}.5088203$	$\bar{2}.5099574$	$\bar{9}.50531$	$\bar{8}.3811$	$\overline{14}.3740$	$\overline{13}.772$
50	$\bar{2}.5088161$	$\bar{2}.5099448$	$\bar{9}.50789$	$\bar{8}.3805$	$\overline{14}.3782$	
52 00	$\bar{2}.5088120$	$\bar{2}.5099323$	$\bar{9}.51048$	$\bar{8}.3799$	$\overline{14}.3826$	$\overline{13}.767$
10	$\bar{2}.5088078$	$\bar{2}.5099198$	$\bar{9}.51307$	$\bar{8}.3792$	$\overline{14}.3869$	
20	$\bar{2}.5088036$	$\bar{2}.5099074$	$\bar{9}.51566$	$\bar{8}.3786$	$\overline{14}.3912$	$\overline{13}.763$
30	$\bar{2}.5087995$	$\bar{2}.5098949$	$\bar{9}.51826$	$\bar{8}.3779$	$\overline{14}.3956$	
40	$\bar{2}.5087953$	$\bar{2}.5098825$	$\bar{9}.52086$	$\bar{8}.3773$	$\overline{14}.4000$	$\overline{13}.758$
50	$\bar{2}.5087912$	$\bar{2}.5098701$	$\bar{9}.52347$	$\bar{8}.3766$	$\overline{14}.4043$	
53 00	$\bar{2}.5087871$	$\bar{2}.5098577$	$\bar{9}.52680$	$\bar{8}.3759$	$\overline{14}.4088$	$\overline{13}.753$
10	$\bar{2}.5087829$	$\bar{2}.5098453$	$\bar{9}.52869$	$\bar{8}.3751$	$\overline{14}.4132$	
20	$\bar{2}.5087788$	$\bar{2}.5098329$	$\bar{9}.53131$	$\bar{8}.3744$	$\overline{14}.4176$	$\overline{13}.748$
30	$\bar{2}.5087747$	$\bar{2}.5098206$	$\bar{9}.53393$	$\bar{8}.3736$	$\overline{14}.4221$	
40	$\bar{2}.5087706$	$\bar{2}.5098083$	$\bar{9}.53656$	$\bar{8}.3729$	$\overline{14}.4265$	$\overline{13}.743$
50	$\bar{2}.5087665$	$\bar{2}.5097960$	$\bar{9}.53919$	$\bar{8}.3721$	$\overline{14}.4130$	
51 00	$\bar{2}.5087624$	$\bar{2}.5097838$	$\bar{9}.54183$	$\bar{8}.3713$	$\overline{14}.4355$	$\overline{13}.738$
10	$\bar{2}.5087584$	$\bar{2}.5097715$	$\bar{9}.54447$	$\bar{8}.3705$	$\overline{14}.4400$	
20	$\bar{2}.5087543$	$\bar{2}.5097593$	$\bar{9}.54712$	$\bar{8}.3696$	$\overline{14}.4446$	$\overline{13}.733$
30	$\bar{2}.5087502$	$\bar{2}.5097471$	$\bar{9}.54977$	$\bar{8}.3688$	$\overline{14}.4491$	
40	$\bar{2}.5087462$	$\bar{2}.5097439$	$\bar{9}.55243$	$\bar{8}.3779$	$\overline{14}.4537$	$\overline{13}.728$
50	$\bar{2}.5087421$	$\bar{2}.5097228$	$\bar{9}.55510$	$\bar{8}.3670$	$\overline{14}.4583$	
60	$\bar{2}.5087381$	$\bar{2}.5097107$	$\bar{9}.55777$	$\bar{8}.3661$	$\overline{14}.4629$	$\overline{13}.723$

TABLA II.
Correcciones a la lonjitud por diferencia de Arco y de Seno.
(U. S. Coast Survey, 1894).

Log S (—)	Log. Dif.	Log D M (+)	Log S (—)	Log Dif.	Log D M (+
3.876	0.0000001	2.385	5.047	0.0000221	3.556
4.026	2	2.535	5.054	228	3.563
4.114	3	2.623	5.062	236	3.571
4.177	4	2.686	5.068	243	3.577
4.225	5	2.734	5.075	251	3.584
4.265	6	2.774	5.082	259	3.591
4.298	7	2.807	5.088	267	3.597
4.327	8	2.836	5.095	275	3.604
4.353	9	2.862	5.102	284	3.611
4.376	10	2.885	5.108	292	3.617
4.396	11	2.905	5.114	300	3.623
4.415	12	2.924	5.120	309	3.629
4.443	13	2.942	5.126	318	3.635
4.449	14	2.958	5.132	327	3.641
4.464	15	2.973	5.138	336	3.647
4.478	16	2.987	5.144	345	3.653
4.491	17	3.000	5.150	354	3.659
4.503	18	3.012	5.156	364	3.665
4.526	20	3.035	5.161	373	3.670
4.548	23	3.057	5.167	383	3.676
4.570	25	3.079	5.172	392	3.681
4.591	27	3.100	5.178	402	3.687
4.612	30	3.121	5.183	412	3.692
4.631	33	3.140	5.188	422	3.697
4.649	36	3.158	5.193	433	3.702
4.667	39	3.176	5.199	443	3.708
4.684	42	3.193	5.204	453	3.713
4.701	45	3.210	5.209	464	3.718
4.716	48	3.225	5.214	474	3.723
4.732	52	3.241	5.219	486	3.728
4.746	56	3.255	5.223	497	3.732
4.761	59	3.270	5.228	508	3.737
4.774	63	3.283	5.233	519	3.742
4.788	67	3.297	5.238	530	3.747
4.801	71	3.310	5.242	541	3.751
4.813	75	3.322	5.247	553	3.756
4.825	80	3.334	5.251	565	3.760
4.834	84	3.343	5.256	577	3.765
4.849	89	3.358	5.260	588	3.769
4.860	94	3.369	5.265	600	3.774
4.871	98	3.380	5.269	613	3.778
4.882	103	3.391	5.273	625	3.782
4.892	108	3.401	5.278	637	3.787
4.903	114	3.412	5.282	650	3.791
4.913	119	3.422	5.286	663	3.795
4.922	124	3.431	5.290	674	3.799
4.932	130	3.441	5.294	687	3.803
4.941	136	3.450	5.299	702	3.808
4.950	142	3.459	5.303	716	3.812
4.959	147	3.468	5.307	729	3.816
4.968	153	3.477	5.311	743	3.820
4.976	160	3.485	5.315	757	3.824
4.985	166	3.494	5.319	771	3.828
4.993	172	3.502	5.323	785	3.832
5.002	179	3.511	5.327	800	3.836
5.010	186	3.519	5.331	814	3.840
5.017	192	3.526	5.335	829	3.844
5.025	199	3.534	5.339	845	3.848
5.033	206	3.542	5.343	861	3.852
5.040	213	3.549	5.347	877	3.856

TABLA III

LOS VALORES DE LOG. SEC. $\frac{1}{2}$ DL.

(U. S. Coast Survey, 1894).

dL.	log Sec. ½dL	dL.	Log Sec. ½dL.	dL.	log. Sec. ½dL.
10	0.000001	37	0.000006	64	0.000019
11	1	38	7	65	19
12	1	39	7	66	20
13	1	40	7	67	21
14	1	41	8	68	21
15	1	42	8	69	22
16	1	43	8	70	22
17	1	44	9	71	23
18	1	45	9	72	24
19	2	46	10	73	24
20	2	47	10	74	25
21	2	48	11	75	26
22	2	49	11	76	26
23	2	50	11	77	27
24	3	51	12	78	28
25	3	52	12	79	29
26	3	53	13	80	29
27	3	54	13	81	30
28	4	55	14	82	31
29	4	56	14	83	32
30	4	57	15	84	32
31	4	58	15	85	33
32	5	59	16	86	34
33	5	60	16	87	35
34	5	61	17	88	36
35	6	62	18	89	36
36	6	63	18	90	37

TABLA IV

Para la conversion de grados a sexajésimos.

Grados	°	′	Grados	°	′	Grados	°	′	Grados	°	′
1	0°	54′	26	23°	24′	51	45°	54′	76	68°	24′
2	1	48	27	24	18	52	46	48	77	69	18
3	2	42	28	25	12	53	47	42	78	70	12
4	3	36	29	26	06	54	48	36	79	71	06
5	4	30	30	27	00	55	49	30	80	72	00
6	5	24	31	27	54	56	50	24	81	72	54
7	6	18	32	28	48	57	51	18	82	73	48
8	7	12	33	29	42	58	52	12	83	74	42
9	8	06	34	30	36	59	53	06	84	75	36
10	9	00	35	31	30	60	54	00	85	76	30
11	9	54	36	32	24	61	54	54	86	77	24
12	10	48	37	33	18	62	55	48	87	78	18
13	11	52	38	34	12	63	56	42	88	79	12
14	12	36	39	35	07	64	57	36	89	80	06
15	13	30	40	36	00	65	58	30	90	81	00
16	14	24	41	36	54	66	59	24	91	81	54
17	15	18	42	37	48	67	60	18	92	82	48
18	16	12	43	38	42	68	61	12	93	83	42
19	17	06	44	36	36	69	62	06	94	84	36
20	18	00	45	40	30	70	63	00	95	85	30
21	18	54	46	41	24	71	63	54	96	86	24
22	19	48	47	42	18	72	64	48	97	87	18
23	20	42	48	43	12	73	65	42	98	88	12
24	21	36	49	44	06	74	66	36	99	89	06
25	22	30	50	45	00	75	67	30	100	90	00

TABLA IV

(Continuacion)

Minutos de Grados	′	″	Minutos de Grados	′	″	Minutos de Grados	′	″	Minutos de Grados	′	″
0.01	0′	32″ 4	0.26	14′	02″4	0.51	27′	32″4	0.76	41′	02″4
.02	1	04. 8	.27	14	34.8	.52	28	04.8	.77	41	34.8
.03	1	37. 2	.28	15	07.2	.53	28	37·2	.78	42	07.2
.04	2	09. 6	.29	15	39.6	.54	29	09.6	.79	42	39.6
.05	2	42. 0	.30	16	12.0	.55	29	42.0	.80	43	12.0
.06	3	14. 4	.31	16	44.4	.56	30	14.4	.81	43	44.4
.07	3	46. 8	.32	17	16.8	.57	30	46.8	.82	44	16.8
.08	4	19. 2	.33	17	49.2	.58	31	19.2	.83	44	49.2
.09	4	51, 6	.34	18	21.6	.59	31	51.6	.84	45	21.6
.10	5	24. 0	.35	18	54.0	.60	32	24.0	.85	45	54.0
.11	5	36. 4	.36	19	26.4	.61	32	56.4	.86	46	26.4
.12	6	28. 8	.37	19	58.8	.62	33	28.8	.87	46	58.8
.13	7	01. 2	.38	20	31.2	.63	34	01.2	.88	47	31.2
.14	7	33. 6	.39	21	03.6	.64	34	33.6	.89	48	03.6
.15	8	06. 0	.40	21	36.0	.65	35	06.0	.90	48	36.0
.16	8	38. 4	.41	22	08.4	.66	35	38.4	.91	49	08.4
.17	9	10. 8	.42	22	40.8	.67	36	10.8	.92	49	40.8
.18	9	43. 2	.43	23	13.2	.68	36	43.2	.93	50	13.2
.19	10	15. 6	.44	23	45.6	.69	37	15.6	.94	51	45.6
.20	10	48. 0	.45	24	18.0	.70	37	48 0	.95	51	18.0
.21	11	20. 4	.46	24	50.4	.71	38	20.4	.96	52	50.4
.22	11	52. 8	.47	25	22.8	.72	38	52.8	.97	52	22.8
.23	12	25. 2	.48	25	52.3	.73	39	25.2	.98	53	55.2
.24	12	57. 6	.49	26	27.6	.74	39	57.6	.99	53	27.6
.25	13	30. 0	.50	27	00.0	.75	40	30.0	1·00	54	00.0

TABLA IV

(Conclusion)

Segundos de Grados	"	Segundos de Grados	"	Segundos de Grados	"	Segundos de Grados	"
0.0001	0"324	0"0026	8"424	0.0051	16"524	0.0076	24"624
.0002	.648	.0027	8.748	.0052	16.848	.0077	24.948
.0003	.972	.0028	9.072	.0053	17.172	.0078	25.272
.0004	1.296	.0029	9.396	.0054	17.496	.0079	25.596
.0005	1.620	.0030	9.720	.0055	17.820	.0080	25.920
.0006	1.944	.0031	10.044	.0056	18.144	.0081	26.244
.0007	2.268	.0032	10.368	.0057	18.468	.0082	26.568
.0008	2,592	.0033	10.692	.0058	18.792	.0083	26.892
.0009	2.916	.0034	11.016	.0059	19.116	.0084	27.216
.0010	3.240	.0035	11.340	.0060	19.440	.0085	27.54
.0011	3.564	.0036	11.664	.0061	19.764	.0086	27.864
.0012	3.888	.0037	11.988	.0062	20.088	.0087	28.188
.0013	4.212	.0038	12.312	.0063	20.412	.0088	28.512
.0014	4.536	.0039	12.636	.0064	20.736	.0089	28.836
.0015	4.860	.0040	12.960	.0065	21.060	.0090	29.16
.0016	5.134	.0041	13.284	.0066	21.384	.0091	29.484
.0017	5.508	.0042	13.608	.0067	21.708	.0092	29.808
.0018	5.832	.0043	13.932	.0068	22.032	.0093	30.132
.0019	6.156	.0044	14.256	.0069	22.356	.0094	30.45
.0020	6.480	.0045	14.580	.0070	22.680	.0095	30.78
.0021	6.804	.0046	14.904	.0071	23.004	.0096	31.10
.0022	7.128	.0047	15.228	.0072	23.328	.0097	31.42
.0023	7.452	.0048	15.552	.0073	23.652	.0098	31.75
.0024	7.776	.0049	15.876	.0074	23.976	.0099	32.07
.0025	8.100	.0050	16.200	.0075	24.300	.00100	32.40

TABLA V.

Para la conversion de grados y minutos de arco a tiempo, y el contrario.

°	H	M	°	H	M	°	H	M	°	H	M
'	M	S	'	M	S	'	M	S	'	M	S
1	0	04	51	3	24	101	6	44	151	10	04
2	0	08	52	3	28	102	6	48	152	10	08
3	0	12	53	3	32	103	6	52	153	10	12
4	0	16	54	3	36	104	6	56	154	10	16
5	0	20	55	3	40	105	7	00	155	10	20
6	0	24	56	3	44	106	7	04	156	10	24
7	0	28	57	3	48	107	7	08	157	10	28
8	0	32	58	3	52	108	7	12	158	10	32
9	0	36	59	3	56	109	7	16	159	10	36
10	0	40	60	4	00	110	7	20	160	10	40
11	0	44	61	4	04	111	7	24	161	10	44
12	0	48	62	4	08	112	7	28	162	10	48
13	0	52	63	4	12	113	7	32	163	10	52
14	0	56	64	4	16	114	7	36	164	10	56
15	1	00	65	4	20	115	7	40	165	11	00
16	1	04	66	4	24	116	7	44	166	11	04
17	1	08	67	4	28	117	7	48	167	11	08
18	1	12	68	4	32	118	7	52	168	11	12
19	1	16	69	4	36	119	7	56	169	11	16
20	1	20	70	4	40	120	8	00	170	11	20
21	1	24	71	4	44	121	8	04	171	11	24
22	1	28	72	4	48	122	8	08	172	11	28
23	1	32	73	4	52	123	8	12	173	11	32
24	1	36	74	4	56	124	8	16	174	11	36
25	1	40	75	5	00	125	8	20	175	11	40
26	1	44	76	5	04	126	8	24	176	11	44
27	1	48	77	5	08	127	8	28	177	11	48
28	1	52	78	5	12	128	8	32	178	11	52
29	1	56	79	5	16	129	8	36	179	11	56
30	2	00	80	5	20	130	8	40	180	12	00
31	2	04	81	5	24	131	8	44	181	12	04
32	2	08	82	5	28	132	8	48	182	12	08
33	2	12	83	5	32	133	8	52	183	12	12
34	2	16	84	5	36	134	8	56	184	12	16
35	2	20	85	5	40	135	9	00	185	12	20
36	2	24	86	5	44	136	9	04	186	12	24
37	2	28	87	5	48	137	9	08	187	12	28
38	2	32	88	5	52	138	9	12	188	12	32
39	2	36	89	5	56	139	9	16	189	12	36
40	2	40	90	6	00	140	9	20	190	12	40
41	2	44	91	6	04	141	9	24	191	12	44
42	2	48	92	6	08	142	9	28	192	12	48
43	2	52	93	6	12	143	9	32	193	12	52
44	2	56	94	6	16	144	9	36	194	12	56
45	3	00	95	6	20	145	9	40	195	13	00
46	3	04	96	6	24	146	9	44	196	13	04
47	3	08	97	6	28	147	9	48	197	13	08
48	3	12	98	6	32	148	9	52	198	13	12
49	3	16	99	6	36	149	9	56	199	13	16
50	3	20	100	6	40	150	10	00	200	13	20

TABLA V.

(Continuacion)

°	H	M	°	H	M	°	H	M	°	H	M
'	M	S	'	M	S	'	M	S	'	M	S
201	13	24	241	16	04	281	18	44	321	21	24
202	13	28	242	16	08	282	18	48	322	21	28
203	13	32	243	16	12	283	18	52	323	21	32
204	13	36	244	16	16	284	18	56	324	21	36
205	13	40	245	16	20	285	19	00	325	21	40
206	13	44	246	16	24	286	19	04	326	21	44
207	13	48	247	16	28	287	19	08	327	21	48
208	13	52	248	16	32	288	19	12	328	21	52
209	13	56	249	16	36	289	19	16	329	21	56
210	14	00	250	16	40	290	19	20	330	22	00
211	14	04	251	16	44	291	19	24	331	22	04
212	14	08	252	16	48	292	19	28	332	22	08
213	14	12	253	16	52	293	19	32	333	22	12
214	14	16	254	16	56	294	19	36	334	22	16
215	14	20	255	17	00	295	19	40	335	22	20
216	14	24	256	17	04	296	19	44	336	22	24
217	14	28	257	17	08	297	19	48	337	22	28
218	14	32	258	17	12	298	19	52	338	22	32
219	14	36	259	17	16	299	19	56	339	22	36
220	14	40	260	17	20	300	20	00	340	22	40
221	14	44	261	17	24	301	20	04	341	22	44
222	14	48	262	17	28	302	20	08	342	22	48
223	14	52	263	17	32	303	20	12	343	22	52
224	14	56	264	17	36	304	20	16	344	22	56
225	15	00	265	17	40	305	20	20	345	23	00
226	15	04	266	17	44	306	20	24	346	23	04
227	15	08	267	17	48	307	20	28	347	23	08
228	15	12	268	17	52	308	20	32	348	23	12
229	15	16	269	17	56	309	20	36	349	23	16
230	15	20	270	18	00	310	20	40	350	23	20
231	15	24	271	18	04	311	20	44	351	23	24
232	15	28	272	18	08	312	20	48	352	23	28
233	15	32	273	18	12	313	20	52	353	23	32
234	15	36	274	18	16	314	20	56	354	23	36
235	15	40	275	18	20	315	21	00	355	23	40
236	15	44	276	18	24	316	21	04	356	23	44
237	15	48	277	18	28	317	21	08	357	23	48
238	15	52	278	18	32	318	21	12	358	23	52
239	15	56	279	18	36	419	21	16	359	23	56
240	16	00	280	18	40	320	21	20	360	24	00

Nota.—Cuando los segundos de arco se cambian en tiempo es preciso recordarse que las fracciones son sexajesimas. Por ejemplo el valor del tiempo de 42″ no es $2^s.48$, sino $2^s\frac{48}{60} = 2^s.8$

•TABLA VI

Tabla de las cuerdas de los arcos desde 0° hasta 60° Radio=10.

Se puede usar esta tabla para trazar los ángulos. Se buscará en la tabla la cuerda del ángulo, y esta cuerda se multiplicará por un décimo del radio que es de usar.

EJEMPLO:

Queremos trazar el ángulo 35°42′25″: Radio=50 cm.

Cuerda de 35°42′ (Tabla VI)	6.13052
Parte para 25″	115
	6.13167
	5

Cuerda del ángulo, radio 50 cm.=30.65835 cm.

TABLA VI.ª

Las cuerdas de los arcos desde 0° hasta 60°: Radio = 10.

(Wharton's Hydrographical Surveying)

Partes para "	Minutos	0°	1°	2°	3°	4°
0	0	0.00000	0.17453	0.34905	0.52354	0.67799
5	1	.00291	.17744	.34195	.52644	.70090
10	2	.00582	.18035	.35486	.52935	.70380
15	3	.00873	.18326	.35777	.53226	.70671
20	4	.01164	.18617	.36068	.53517	.70962
25	5	.01455	.18907	.36359	.53808	.71252
30	6	.01746	.19198	.36650	.54098	.71543
35	7	.02037	.19489	.36941	.54389	.71834
39	8	.02328	.19780	.37231	.54680	.72125
44	9	.02618	.20070	.37522	.54970	.72415
49	10	.02908	.20361	.37813	.55261	.72706
53	11	0.03199	0.20652	0.38104	0.55552	0.72996
58	12	.03490	.20943	.38395	.55843	.73287
63	13	.03781	.21234	.38685	.56134	.73578
68	14	.04072	.21525	.38976	.56425	.73869
73	15	.04363	.21816	.39267	.56715	.74159
78	16	.04654	.22107	.39558	.57006	.74450
82	17	.04945	.22398	.39849	.57297	.74741
87	18	.05236	.22689	.40140	.57588	.75032
92	19	.05527	.22979	.40430	.57878	.75322
97	20	.05818	.23270	.40721	.58169	.75613
102	21	0.06109	0.23561	0.41012	0.58460	0.75903
107	22	.06400	.23852	.41303	.58751	.76194
112	23	.06691	.24143	.41594	.59042	.76485
117	24	.06982	.24434	.41884	.59333	.76775
122	25	.07272	.24725	.42175	.59623	.77066
127	26	.07563	.25016	.42466	.59914	.77356
132	27	.07854	.25306	.42757	.60205	.77647
136	28	.08145	.25597	.43048	.60495	.77938
141	29	.08436	.25888	.43339	.60786	.78229
145	30	.08727	.26179	.43629	.61077	.78519
150	31	0.09017	0.26470	0.43920	0.61368	0.78810
155	32	.09308	.26761	.44211	.61658	.79101
160	33	.09599	.27052	.44502	.61949	.79392
165	34	.09890	.27342	.44793	.62240	.79682
170	35	.10181	.27633	.45084	.62531	.79973
175	36	.10472	.27924	.45374	.62821	.80264
180	37	.10763	.28215	.45665	.63112	.80554
185	38	.11054	.28506	.45956	.63403	.80845
190	39	.11344	.28797	.46247	.63694	.81135
194	40	.11635	.29088	.46538	.63984	.81426
199	41	0.11926	0.29378	0.46828	0.64275	0.81717
204	42	.12217	.29669	.47119	.64566	.82007
209	43	.12508	.29960	.47410	.64857	.82297
214	44	.12799	.30251	.47701	.65147	.82588
219	45	.13090	.30542	.47992	.65438	.82879
223	46	.13381	.30833	.48283	.65728	.83170
228	47	.13672	.31123	.48574	.66019	.83461
232	48	.13963	.31414	.48864	.66310	.83751
237	49	.14253	.31705	.49155	.66601	.84042
242	50	.14544	.31996	.49446	.66892	.84332
247	51	0.14835	0.32287	0.49737	0.67182	0.84623
252	52	.15126	.32578	.50027	.67473	.84913
257	53	.15417	.32869	.50318	.67764	.85204
262	54	.15708	.33160	.50609	.68055	.85495
266	55	.15999	.33450	.50900	.68345	.85785
271	56	.16290	.33741	.51191	.68636	.86076
276	57	.16580	.34032	.51481	.68927	.86367
281	58	.16871	.34323	.51772	.69217	.86657
286	59	.17162	.34614	.52063	.69508	.86948

TABLA VI.— (Continuacion)

Min	Partes "	5°	Partes "	6°	Partes "	7°	Partes "	8°	Min
0	5	0.87239	0	1.04672	5	1.22097	0	1.39513	0
1	0	.87529	5	.04962	0	.32387	5	.39805	1
2	10	.87820	10	.05252	10	.22677	10	.40093	2
3	15	.88110	15	.05543	15	.22968	15	.40383	3
4	20	.88401	20	.05833	20	.23258	20	.40673	4
5	25	.88691	25	.06124	25	.23548	25	.40964	5
6	30	.88982	30	.06414	30	.23839	30	.41254	6
7	35	.89273	35	.06705	35	.24129	35	.41544	7
8	39	.89563	39	.06995	39	.24419	39	.41834	8
9	44	.89854	44	.07286	44	.24710	44	.42124	9
10	49	.90144	48	.07576	48	.25000	48	.42415	10
11	53	0.90435	53	1.07867	53	1.25291	53	1.42705	11
12	58	.90726	58	.08157	58	.25581	58	.42995	12
13	63	.91016	63	.08448	63	.25871	63	.43285	13
14	68	.91307	68	.08738	68	.26161	68	.43575	14
15	73	.91597	73	.03029	73	.26452	73	.43866	15
16	78	.91888	78	.09319	78	.26742	78	.44156	16
17	82	.92178	82	.09610	82	.27032	82	.44446	17
18	87	.92469	87	.09900	87	.27323	87	.44736	18
19	92	.92759	92	.10190	92	.27613	92	.45026	19
20	97	.93050	97	.10481	97	.27903	97	.45316	20
21	102	0.93341	102	1.10771	102	1.28194	102	1.45607	21
22	107	.93631	107	.11062	107	.28484	107	.45897	22
24	112	.93922	112	.11352	112	.28774	112	.46187	23
24	117	.94212	117	.11643	117	.29064	117	.46477	24
25	122	.94503	122	.11933	122	.29355	122	.46767	25
26	127	.94794	127	.12223	127	.29645	127	.47057	26
27	132	.95084	132	.12514	132	.29935	132	.47347	27
28	137	.95375	137	.12804	137	.30225	137	.47637	28
29	141	.95665	141	.13095	141	.30516	141	.47927	29
30	145	.95956	145	.13385	145	.30806	145	.48217	30
31	150	0.96246	149	1.13676	149	1.31096	149	1.48507	31
32	155	.96537	154	.13966	154	.31387	154	.48797	32
33	160	.96827	159	.14257	159	.31677	159	.49088	33
34	165	.97118	164	.14547	164	.31967	164	.49378	34
35	170	.97409	169	.14837	169	.32257	169	.49668	35
36	175	.97699	174	.15128	174	.32547	174	.49958	36
37	180	.97990	179	.15418	179	.32838	179	.50248	37
38	185	.98280	184	.15709	184	.33128	184	.50538	38
39	190	.98571	189	.15999	189	.33418	189	.50828	39
40	194	.98861	193	.16289	193	.33709	193	.51118	40
41	199	0.99152	198	1.16580	198	1.33999	198	1.51408	41
42	204	.99442	203	.16870	203	.34289	203	.51698	42
43	209	.99733	208	.17160	208	.34579	208	.51988	43
44	214	1.00023	213	.17451	213	.34869	213	.52278	45
45	219	.00314	228	.17741	218	.35160	218	.52568	44
46	223	.00605	222	.18031	222	.35450	222	.52858	46
47	228	.00895	227	.18322	227	.35740	227	.53148	47
48	232	.01185	231	.18612	231	.36030	231	.53438	48
49	237	.01476	236	.18903	236	.36321	236	.53728	49
50	242	.01766	241	.19193	241	.36611	241	.54018	50
51	247	1.02057	246	1.19483	246	1.36901	246	1.54308	51
52	252	.02348	251	.19774	251	.37191	251	.54598	52
53	257	.02638	256	.20064	256	.37481	256	.54888	53
54	262	.02929	261	.20354	261	.37771	261	.55178	54
55	266	.03219	265	.20645	265	.38062	265	.55468	55
56	271	.03510	270	.20935	270	.38352	270	.55758	56
57	276	.03800	275	.21226	275	.38642	275	.56048	57
58	281	.04090	280	.21516	280	.38932	280	.56338	58
59	286	.04381	285	.21806	285	.39222	285	.56628	59

TABLA VI.—(Continuacion)

Min.	Partes	9°	Partes	10°	Partes	11°	Partes	12°	Min.
0	0	1.56918	0	1.74311	0	1.91691	0	2.09057	0
1	5	.57208	5	.74601	5	.91980	5	.09346	1
2	10	.57498	10	.74891	10	.92270	10	.09635	2
3	15	.57788	15	.75181	15	.92560	15	.09924	3
4	20	.58078	20	.75470	20	.92849	20	.10214	4
5	25	.58368	25	.75760	25	.93139	25	.10503	5
6	30	.58658	30	.76050	30	.93428	30	.10792	6
7	35	.58948	35	.76340	35	.93718	35	.11082	7
8	39	.59238	39	.76630	39	.94008	39	.11371	8
9	44	.59258	44	.76919	44	.94297	44	.11660	9
10	48	.59818	48	.77209	48	.94587	48	.11950	10
11	53	1.60108	53	1.77499	53	1.94876	53	2.12239	11
12	58	.60398	68	.77789	58	.95166	58	.12528	12
13	63	.60688	62	.78078	62	.95455	62	.12817	13
14	68	.60978	67	.78368	67	.95745	67	.13106	14
15	73	.61217	72	.78658	72	.96034	72	.13396	15
16	78	.61557	77	.78947	77	.96324	77	.13685	16
17	82	.61847	81	.79237	81	.96613	81	.13974	17
18	87	.62137	86	.79527	86	.96903	86	.14263	18
19	92	.62427	91	.79816	91	.97112	91	.14552	19
20	97	.62717	96	.80106	96	.97482	96	.14842	20
21	102	1.63007	101	1.80395	101	1.97717	101	2.15131	21
22	107	.63297	106	.80686	106	.98050	106	.15420	22
23	112	.63587	111	.80975	111	.98350	111	.15709	23
24	117	.63876	116	.81265	116	.98669	116	.15998	24
25	122	.64166	121	.81555	121	.98929	121	.16288	25
26	127	.64556	126	.81844	126	.99218	126	.16577	26
27	132	.64746	131	.82134	131	.99507	131	.16866	27
28	137	.65036	136	.82424	136	.99797	136	.17155	28
29	141	.65326	140	.82713	140	2.00086	140	.17444	29
30	145	.65616	144	.83003	144	.00376	144	.17734	30
31	149	1.65906	148	1.83292	148	2.00665	148	2.18023	31
32	154	.66196	153	.83582	153	.00954	153	.18312	32
33	159	.66486	158	.83872	158	.01244	158	.18601	33
34	164	.66776	163	.84161	163	.01533	163	.18890	34
35	169	.67065	168	.84451	168	.01823	168	.19179	35
36	174	.67355	173	.84740	173	.02112	173	.19468	36
37	179	.67645	178	.85030	178	.02401	178	.19757	37
38	184	.67935	183	.85320	183	.02691	183	.20046	38
39	189	.68225	188	[illegible]	188	[illegible]	188	[illegible]	39
40	193	.68515	192	[illegible]	192	.03270	192	[illegible]	40
41	198	1.68805	197	1.86188	197	2.03559	197	2.20914	41
42	203	[illegible]	202	.86478	202	.03848	202	.21203	42
43	208	[illegible]	207	.86768	207	.04138	207	.21492	43
44	213	[illegible]	212	.87056	212	.04427	212	.21781	44
45	218	[illegible]	217	.87347	217	.04717	217	.22070	45
46	222	.70254	221	.87637	221	.05006	221	.22359	46
47	227	.70544	226	.87926	226	.05295	226	.26648	47
48	231	.70833	[illegible]	.88215	230	.05585	230	.22937	48
49	236	.71123	235	[illegible]	235	.05874	235	.23226	49
50	241	.71413	240	[illegible]	240	.06164	240	.23516	50
51	246	1.71703	245	1.89085	245	2.06453	245	2.23805	51
52	251	.71993	250	.89375	250	.06742	250	.24094	52
53	256	.72283	255	.89664	255	.07031	255	.24383	53
54	261	.72572	260	.89954	260	.07321	260	.24672	54
55	265	.72862	264	.90243	264	.07610	264	.24961	55
56	270	.73152	269	.90533	269	.07899	269	.25250	56
57	275	.73442	274	.90822	274	.08189	274	.25539	57
58	280	.73732	279	.91112	276	.08478	279	.25828	58
59	285	.74021	284	.91401	284	.08767	284	.26117	59

TABLA VI.—(Continuacion).

Min.	Partes "	13°	Partes "	14°	Partes "	15°	Partes "	16° "	Min
0	0	2.26407	0	2.43738	0	2.61053	0	2.78346	0
1	5	.26696	5	.44026	5	.61341	5	.78634	1
2	10	.26985	10	.44315	10	.61629	10	.78922	2
3	15	.27274	15	.44604	15	.61917	15	.79210	3
4	20	.27563	20	.44892	20	.62206	20	.79498	4
5	25	.27852	25	.45181	25	.62494	25	.79786	5
6	30	.28141	30	.45470	30	.62782	30	.80074	6
7	35	.28430	35	.45758	35	.63071	35	.80362	7
8	39	.28719	39	.46047	39	.63359	39	.80651	8
9	44	.29008	44	.46336	44	.63647	44	.80939	9
10	48	.29297	48	.46625	48	.63936	48	.81227	10
11	53	2.29586	53	2.46913	53	2.64224	53	2.81515	11
12	58	.29875	58	.47202	58	.64512	58	.81803	12
13	62	.30164	62	.47491	62	.64800	62	.82091	13
14	67	.30453	67	.47779	67	.65089	67	.82379	14
15	72	.30742	72	.48068	72	.65377	72	.82667	15
16	77	.31031	77	.48357	77	.65665	77	.82955	16
17	81	.31320	81	.48645	81	.65954	81	.83243	17
18	86	.31609	86	.48934	86	.66242	86	.83531	18
19	91	.31898	91	.49223	91	.66530	91	.83819	19
20	96	.32187	96	.49512	96	.66819	96	.84107	20
21	101	2.32475	101	2.49800	101	2.67107	101	2.84394	21
22	106	.32764	106	.50089	106	.67395	106	.84682	23
23	111	.33053	111	.50377	111	.67683	111	.84970	23
24	116	.33342	116	.50666	116	.67971	116	.85258	24
25	121	.33631	121	.50955	121	.68260	121	.85546	25
26	126	.33919	126	.51243	126	.68548	126	.85834	26
27	131	.34208	131	.51532	131	.68836	131	.86122	27
28	136	.34497	136	.51821	136	.69124	136	.86410	28
29	140	.34786	140	.52110	140	.69412	140	.86698	29
30	144	.35075	144	.52399	144	.69701	144	.86986	30
31	148	2.35363	148	2.52687	148	2.69989	148	2.87273	31
32	153	.35652	153	.52976	153	.70277	153	.87561	32
33	158	.35941	158	.53264	158	.70565	158	.87849	33
34	163	.36230	163	.53553	163	.70853	163	.88137	34
35	168	.36519	168	.53841	168	.71142	168	.88425	35
36	173	.36807	173	.54130	173	.71430	173	.88712	36
37	178	.37096	178	.54418	178	.71718	178	.89000	37
38	183	.37385	183	.54707	183	.72006	183	.89288	38
39	188	.37674	188	.54995	188	.72294	188	.89576	39
40	192	.37963	192	.55284	192	.72583	192	.89864	40
41	197	2.38251	197	2.55572	197	2.72871	197	2.90151	41
42	202	.38540	202	.55861	202	.73159	202	.90439	42
43	207	.38829	207	.56149	207	.73447	207	.90727	43
44	212	.39118	212	.56438	212	.73735	212	.91015	44
45	217	.39407	217	.56726	217	.74024	217	.91303	45
46	221	.39695	221	.57015	221	.74312	221	.91590	46
47	226	.39984	226	.57303	226	.74600	226	.91878	47
48	230	.40273	230	.57592	230	.74888	230	.92166	48
49	235	.40562	235	.57880	235	.75176	235	.92454	49
50	240	.40851	240	.58169	240	.75465	240	.92742	50
51	245	2.41139	245	2.58457	245	2.75753	245	2.93029	51
52	250	.41428	250	.58645	250	.76041	250	.93317	52
53	255	.41717	255	.59034	255	.76329	255	.93605	53
54	260	.42005	260	.59322	260	.76617	260	.93892	54
55	264	.42294	264	.59611	264	.76905	264	.94180	55
56	269	.42583	269	.59899	269	.77193	269	.94468	56
57	274	.42871	274	.60187	274	.77481	274	.94755	57
58	279	.43160	279	.60476	279	.77769	279	.95043	58
59	284	.43449	284	.60764	284	.78057	284	.95331	59

TABLA VI.—(Continuacion).

Min	Partes "	17°	Partes "	18°	Partes "	19°	Partes "	20°	Min
0	0	2.95619	0	3.12868	0	3.30095	0	3 .47296	0
1	5	.95906	5	.13155	5	.30382	5	.47582	1
2	10	.96194	10	.13442	10	.30669	10	.47869	2
3	15	.96482	15	.13729	15	.30955	15	.48155	3
4	20	.96769	20	.14047	20	.31242	20	.48441	4
5	25	.97057	25	.14304	25	.31529	25	.48728	5
6	30	.97345	30	.14591	30	.31816	30	.49014	6
7	35	.97632	35	.14879	35	.32103	35	.49301	7
8	39	.97920	39	.15166	39	.32390	39	.49587	8
9	44	.98208	44	.15453	44	.32677	44	.49873	9
10	48	.98496	48	.15741	48	.32964	48	.50160	10
11	53	2.98783	53	3.16028	53	3.33251	53	3.50446	11
12	58	.99071	58	.16315	58	.33537	58	.50732	12
13	62	.99358	62	.16602	62	.33824	62	.51019	13
14	67	.99646	67	.16889	67	.34111	67	.51305	14
15	72	.99934	72	.17177	72	.34398	72	.51591	15
16	77	3.00221	77	.17464	77	.34685	77	.51878	16
17	81	.00509	81	.17751	81	.34971	81	.52164	17
18	86	.00796	86	.18038	86	.35258	86	.52450	18
19	91	.01084	91	.18325	91	.35545	91	.52736	19
20	96	.01372	96	.18613	95	.35832	95	.53023	20
21	101	3.01659	101	3.18900	100	3.36118	100	3.53309	21
22	106	.01947	106	.19187	105	.36405	105	.53595	22
23	111	.02234	111	.19474	110	.36692	110	.53882	23
24	116	.02522	116	.19762	115	.36979	115	.54168	24
25	121	.02809	121	.20049	120	.37265	120	.54454	25
26	126	.03097	126	.20336	125	.37552	125	.54741	26
27	131	.03384	131	.20623	130	.37839	130	.55027	27
28	136	.03672	136	.20910	135	.38125	135	.55313	28
29	140	.03959	140	.21198	139	.38412	139	.55600	29
30	144	.04247	144	.21485	143	.38699	143	.55886	30
31	148	3.04534	148	3.21772	147	3.38985	147	3.56172	31
32	153	.04821	153	.22059	152	.39272	152	.56458	32
33	158	.05109	158	.22346	157	.39559	157	.56745	33
34	163	.05396	163	.22633	162	.39845	162	.57031	34
35	168	.05684	168	.22920	167	.40132	167	.57317	35
36	173	.05971	173	.23207	172	.40418	172	.57603	36
37	178	.06258	178	.23494	177	.40705	177	.57889	37
38	183	.06546	183	.23782	182	.40992	182	.58176	38
39	188	.06833	188	.24069	187	.41278	187	.58462	39
40	192	.07121	192	.24356	191	.41565	191	.58748	40
41	197	3.07408	197	3.24643	196	3.41851	196	3.59034	41
42	201	.07695	201	.24930	200	.42138	200	.59320	42
43	206	.07983	206	.25217	205	.42425	205	.59607	43
44	211	.08270	211	.25504	210	.42711	210	.59893	44
45	216	.08558	216	.25791	215	.42998	215	.60179	45
46	220	.08845	220	.26078	219	.43284	219	.60465	46
47	225	.09132	225	.26365	224	.43571	224	.60752	47
48	229	.09420	229	.26652	228	.43858	228	.61038	48
49	234	.09707	234	.26939	233	.44144	233	.61324	49
50	239	.09995	239	.27226	238	.44431	238	.61610	50
51	244	3.10282	244	3.27513	243	3.44717	243	3.61896	51
52	249	.10569	249	.27800	248	.45004	248	.62182	52
53	254	.10856	254	.28086	253	.45290	253	.62468	53
54	259	.11144	259	.28373	258	.45577	258	.62754	54
55	263	.11431	263	.28660	263	.45863	262	.63041	55
56	268	.11718	268	.28947	267	.46150	267	.63327	56
57	273	.12006	273	.29234	272	.46436	272	.63613	57
58	278	.12293	278	.29521	277	.46723	277	.63889	58
59	283	.12580	283	.29808	282	.47009	282	.64185	59

TABLA VI.—(Continuacion).

Min.	Partes ''	21°	Partes ''	22°	Partes ''	23°	Partes	24°	Min
0	0	3.64471	0	3.81618	0	3.98735	0	4.15824	0
1	5	.64757	5	.81904	5	.99020	5	.16109	1
2	10	.65043	10	.82189	10	.99305	9	.16393	2
3	15	.65329	15	.82475	15	.99590	14	.16678	3
4	20	.65615	20	.82760	20	.99875	19	.16962	4
5	25	.65901	25	.83046	25	4.00160	24	.17247	5
6	30	.66187	30	.83331	30	.00455	29	.17531	6
7	35	.66473	35	.83617	35	.00730	34	.17816	7
9	39	.66759	39	.83902	39	.01015	38	.18100	8
9	44	.67045	44	.84188	44	.01300	43	.18385	9
10	48	.67331	48	.84473	48	.01585	47	.18669	10
11	53	3.67617	53	3.84758	53	4.01870	52	4.18953	11
12	58	.67903	58	.85044	58	.02155	57	.19238	12
13	62	.68189	62	.85329	62	.02440	61	.19522	13
14	67	.68475	67	.85615	67	.02725	66	.19807	14
15	72	.68761	72	.85900	72	.03010	71	.20091	15
16	77	.69046	77	.86185	77	.03294	76	.20375	16
17	81	.69332	81	.86471	81	.03579	80	.20660	17
18	86	.69718	86	.86756	86	.03864	85	.20944	18
19	91	.70004	91	.87042	91	.04149	90	.21229	19
20	95	.70190	95	.87327	95	.04434	94	.21513	20
21	100	3.70476	100	3.87612	100	4.04719	99	4.21797	21
22	105	.70762	105	.87898	105	.05004	104	.22082	22
23	110	.71047	110	.88183	110	.05289	109	.22366	23
24	115	.71333	115	.88468	115	.05574	114	.22650	24
25	120	.71619	120	.88754	120	.05859	119	.22935	25
26	125	.71905	125	.89039	125	.06143	124	.23219	26
27	130	.72191	130	.89324	130	.06428	129	.23503	27
28	135	.72476	135	.89609	135	.06713	134	.23787	28
29	139	.72762	139	.89895	139	.06998	138	.24072	29
30	143	.73048	143	.90180	143	.07283	142	.24356	30
31	147	3.73334	147	3.90465	147	4.07568	146	4.24640	31
32	152	.73619	152	.90750	152	.07853	151	.24924	32
3g	157	.73905	157	.91036	157	.08137	156	.25209	33
34	162	.74191	161	.91321	161	.08422	160	.25493	34
35	167	.74477	166	.91606	166	.08707	165	.25777	35
36	172	.74762	171	.91891	171	.08992	170	.26061	36
37	177	.75048	176	.92176	176	.09277	175	.26345	37
28	182	.75334	181	.92462	181	.09561	180	.26630	38
29	187	.75619	186	.92747	186	.09846	185	.26914	39
30	191	.75905	190	.93032	190	.10131	189	.27198	40
41	196	3.76191	195	3.93317	195	4.10416	194	4.27482	41
42	200	.76476	199	.93602	199	.10700	198	.27766	42
43	205	.76762	204	.93888	204	.10985	203	.28050	43
44	210	.77048	209	.94173	209	.11270	208	.28334	44
45	215	.77384	214	.94458	214	.11555	213	.28619	45
49	219	.77619	218	.94743	218	.11839	217	.28903	46
47	224	.77905	223	.95028	223	.12124	222	.29187	47
48	228	.78191	227	.95314	227	.12409	226	.29471	48
49	233	.78476	232	.95599	232	.12693	231	.29755	49
50	238	.78762	237	.95884	237	.12978	236	.30039	50
51	243	3.79048	242	3.96169	242	4.13263	241	4.30323	51
52	248	.79333	247	.96454	247	.13547	246	.30607	52
53	253	.79619	252	.96739	252	.13832	251	.30891	53
54	258	.79904	257	.97024	257	.14116	256	.31175	54
55	262	.80190	261	.97310	261	.14401	260	.31459	55
56	267	.80476	266	.97595	266	.14686	265	.31743	56
57	272	.80761	271	.97880	231	.14970	270	.32027	57
58	277	.81047	276	.98165	276	.15255	275	.32311	58
59	282	.81332	281	.98450	281	.15539	280	.32595	59

TABLA VI.—(Continuacion).

Min	Partes "	25°	Partes "	26°	Partes "	27°	Partes "	28°
0	0	4.32879	0	4.49901	0	4.66890	0	4.83843
1	5	.33163	5	.50184	5	.67173	5	.84125
2	9	.33447	9	.50468	9	.67456	9	.84407
3	14	.33730	14	.50751	14	.67738	14	.84690
4	19	.34015	19	.51035	19	.68021	19	.84972
5	24	.34298	24	.51318	24	.68304	24	.85254
6	29	.34582	29	.51601	29	.68587	29	.85536
7	34	.34866	34	.51885	34	.68870	34	.85818
8	38	.35150	38	.52168	38	.69152	38	.86101
9	43	.35434	43	.52452	43	.69435	43	.86383
10	47	.35718	47	.52735	47	.69718	47	.86665
11	52	4.36002	52	4.53018	52	4.70001	51	4.86947
12	57	.36286	57	.53302	57	.70283	56	.87229
13	61	.36569	61	.53585	61	.70566	61	.87511
14	66	.36853	66	.53868	66	.70849	66	.87793
15	71	.37137	71	.54152	71	.71133	71	.88075
16	76	.37421	76	.54435	76	.71414	76	.88358
17	80	.37705	80	.54718	80	.71697	80	.88640
18	85	.37988	95	.55001	85	.71980	85	.88922
19	90	.38272	90	.55285	90	.72262	90	.89204
20	94	.38556	94	.55568	94	.72545	94	.89486
21	99	4.38840	98	4.55851	98	4.72828	98	4.89768
22	104	.39123	103	.56134	103	.73110	103	.90050
23	109	.39407	108	.56418	108	.73393	108	.90332
24	114	.39691	113	.56701	113	.73675	113	.90614
25	119	.39975	118	.56984	118	.73958	118	.90896
26	124	.40258	123	.57267	123	.74241	123	.91178
27	129	.40542	128	.57550	128	.74523	128	.91460
28	134	.40826	133	.57834	133	.74806	133	.91742
29	138	.41109	137	.58117	137	.75088	137	.92024
30	142	.41393	141	.58400	141	.75371	141	.92306
31	146	4.41677	145	4.58683	145	4.75653	145	4.92588
32	151	.41960	150	.58966	150	.75936	150	.92870
33	156	.42244	155	.59249	155	.76218	155	.93152
34	160	.42528	159	.59532	159	.76501	159	.93434
35	165	.42812	164	.59816	164	.76783	164	.93615
36	170	.43095	169	.60089	169	.77066	169	.93997
37	175	.43379	174	.60382	174	.77348	174	.94279
38	180	.43663	179	.60665	179	.77631	179	.94561
39	185	.43946	184	.60948	184	.77913	184	.94843
40	189	.44230	188	.61231	188	.78196	188	.95125
41	194	4.44154	193	4.61514	193	4.78478	193	4.95407
42	198	.44797	197	.61797	197	.78761	197	.95689
43	203	.45080	202	.62080	202	.79043	202	.95970
44	208	.45363	207	.62363	207	.79326	207	.96252
45	213	.45647	212	.62646	212	.79608	212	.96534
46	217	.45931	216	.62929	216	.79890	216	.96816
47	222	.46214	221	.63212	221	.80173	221	.97098
48	226	.46498	225	.63495	225	.80455	225	.97379
49	231	.46781	230	.63778	230	.80738	230	.97661
50	236	.47065	235	.64061	235	.81020	235	.97943
51	241	4.47349	240	4.64344	240	4.81302	240	4.98225
52	246	.47632	245	.64627	245	.81585	244	.98506
53	251	.47916	250	.64910	250	.81867	249	.98788
54	256	.48199	255	.65183	255	.82149	254	.99070
55	260	.48483	259	.65475	259	.82431	258	.99351
56	265	.48767	264	65758	264	.82714	263	.99633
57	270	.49050	269	.66041	269	.82996	268	.99915
58	275	.49334	274	.66324	274	.83278	273	5.00197
59	280	.49617	279	.66607	279	.83561	278	.00478

TABLA VI.—(Continuacion)

Min.	Partes	29°	Partes	30°	Partes	31°	Partes	32°	Min
0	0	5.00760	0	5.17638	0	5.34476	0	5.51274	0
1	5	.01042	5	.17919	5	.34757	5	.51554	1
2	9	.01323	9	.18200	9	.35038	9	.51834	2
3	14	.01605	14	.18481	14	.35318	14	.52114	3
4	19	.01886	19	.18762	19	.35598	19	.52394	4
5	24	.02168	23	.19043	23	.35878	23	.52673	5
6	29	.02450	28	.19324	28	.36158	28	.52952	6
7	34	.02731	33	.19605	33	.36438	33	.53232	7
8	38	.03013	37	.19886	37	.36718	37	.53512	8
9	43	.03294	42	.20167	42	.36999	41	.53791	9
10	47	.03576	47	.20448	47	.37280	46	.54070	10
11	51	5.03857	51	5.20729	51	5.37560	50	5.54350	11
12	56	.04139	56	.21010	56	.37840	55	.54630	12
13	61	.04420	61	.21290	61	.38120	60	.54909	13
14	66	.04702	65	.21570	65	.38400	65	.55188	14
15	71	.04983	70	.21851	70	.38680	70	.55468	15
16	76	.05265	75	.22132	75	.38960	75	.55748	16
17	80	.05546	79	.22413	79	.39240	79	.56027	17
18	85	.05828	84	.22694	84	.39520	84	.56307	18
19	90	.06109	89	.22975	89	.39800	89	.56585	19
20	94	.06391	93	.23256	93	.40080	93	.56864	20
21	98	5.06672	98	5.23537	98	5.40360	97	5.57144	21
22	103	.06954	103	.23818	103	.40640	102	.57424	22
23	108	.07235	108	.24098	108	.40920	106	.57703	23
24	113	.07516	112	.24378	112	.41200	111	.57982	24
25	118	.07797	117	.24659	117	.41481	116	.58261	25
26	123	.08079	122	.24940	122	.41762	121	.58540	26
27	128	.08360	126	.25221	126	.42042	125	.58820	27
28	133	.08641	131	.25502	131	.42322	130	.59100	28
29	137	.08923	136	.25782	136	.42601	135	.59379	29
30	141	.09204	140	.26062	140	.42880	139	.59658	30
31	145	5.09485	145	5.26343	145	5.43160	144	5.59937	31
32	150	.09766	150	.26624	150	.43440	149	.60216	32
33	155	.10048	154	.26905	154	.43720	153	.60496	33
34	159	.10329	159	.27186	159	.44000	158	.60776	34
35	164	.10610	164	.27466	164	.44280	163	.61055	35
36	169	.10891	168	.27746	168	.44560	167	.61334	36
37	174	.11172	173	.28027	173	.44840	172	.61613	37
38	179	.11454	178	.28308	178	.45120	177	.61892	38
39	184	.11735	183	.28538	183	.45400	182	.62171	39
40	188	.12016	187	.28868	187	.45680	186	.62450	40
41	193	5.12297	192	5.29149	192	5.45960	191	5.62729	41
42	197	.12578	196	.29430	196	.42640	195	.63008	42
43	202	.12859	201	.29710	201	.46520	200	.63287	43
44	207	.13140	206	.29990	206	.46800	205	.63566	44
45	212	.13421	210	.30271	210	.47079	209	.63845	45
46	216	.13703	215	.30552	215	.47358	214	.64124	46
47	221	.13984	220	.30832	219	.47638	218	.64404	47
48	225	.14265	224	.31112	223	.47918	222	.64684	48
49	230	.14546	229	.31393	228	.48198	227	.64963	49
50	235	.14827	234	.31674	233	.48478	232	.65242	50
51	239	5.15108	238	5.31954	237	5.48758	236	5.65521	51
52	244	.15389	243	.32234	242	.49038	241	.65800	52
53	249	.15670	248	.32514	247	.49317	246	.66079	53
54	254	.15951	252	.32794	251	.49596	250	.66358	54
55	258	.16232	257	.33075	252	.49876	255	.66637	55
56	263	.16513	262	.33356	261	.50156	260	.66916	56
57	268	.16794	266	.33636	265	.50436	364	.67194	57
58	273	.17075	271	.33916	270	.50716	269	.67472	58
59	278	.17356	276	.34196	275	.50995	274	.67751	59

TABLA VI.—(Continuacion).

Min	Partes	33°	Partes	34°	Partes	35°	Partes	36°
0	0	5.68030	0	5.84744	0	6.01412	0	6.18034
1	5	.68309	5	.85022	5	.01689	5	.18311
2	9	.68588	9	.85300	9	.01966	9	.18588
3	14	.68867	14	.85578	14	.02244	14	.18864
4	19	.69146	19	.85856	18	.02522	18	.19140
5	23	.69425	23	.86134	23	.02799	23	.19417
6	28	.69704	28	.86412	28	.03076	28	[illegible]
7	32	.69983	32	.86690	32	.03353	32	.19970
8	36	.70262	36	.86968	37	.03630	37	.20246
9	41	.70541	41	.87246	41	.03908	41	.20522
10	46	.70820	46	.87524	46	.04186	46	[illegible]
11	50	5.71098	50	5.87802	50	6.04463	50	6.21076
12	55	.71376	55	.88080	55	.04740	55	.21352
13	60	.71665	60	.88358	59	.05017	59	.21629
14	65	.71934	65	.88636	64	.05294	64	.21906
15	70	.72213	70	.88914	69	.05571	69	.22182
16	75	.72492	75	.89192	74	.05848	74	.22458
17	79	.72771	79	.89470	78	.06126	78	.22735
18	84	.73050	84	.99748	84	.06404	83	.23012
19	89	.73328	89	.90026	88	.06681	88	.23288
20	93	.73606	93	.90304	92	.06958	92	.23564
21	97	5.73885	97	5.90582	96	6.07235	96	6.23841
22	102	.74164	102	.90860	101	.07512	101	.24118
23	106	.74443	106	.91138	105	.07789	105	.24394
24	111	.74772	111	.91416	110	.08066	110	.24670
25	116	.75000	116	.91694	115	.08343	115	.24946
26	121	.75278	121	.91972	120	.08620	120	.25222
27	125	.75557	125	.92250	124	.08897	124	.25499
28	130	.75836	130	.92528	129	.09174	129	.25776
29	135	.76114	135	.92806	134	.09451	134	.26052
30	139	.76392	139	.93084	138	.09728	138	.26328
31	144	5.76671	144	5.93361	143	6.10005	143	6.26604
32	148	.76950	148	.93638	147	.10282	147	.26880
33	152	.77228	152	.93916	151	.10559	151	.27156
34	157	.77506	157	.94194	156	.10836	156	.27432
35	162	.77785	162	.94472	161	.11113	161	.27709
36	166	.78064	166	.94750	165	.11390	165	[illegible]
37	171	.78342	171	.95028	170	.11667	170	.28262
38	176	.78620	176	.95306	175	.11944	175	.28538
39	181	.78899	181	.95583	180	.12221	180	.28814
40	185	.79178	185	.95860	184	.12498	184	[illegible]
41	190	5.79456	190	5.96138	189	6.12775	189	[illegible]
42	194	.79734	194	.96416	193	.13052	193	.29642
43	199	.80013	199	.96694	198	.13329	198	.29918
44	204	.80292	204	.96972	203	.13606	203	.30194
45	208	.80570	208	.97249	207	.13883	207	.30470
46	213	.80848	213	.97526	212	.14160	212	.30746
47	217	.81126	217	.97804	216	.14437	216	.31022
48	221	.81404	221	.98082	220	.14714	220	[illegible]
49	226	.81683	226	.98359	225	[illegible]	225	.31574
50	231	.81962	231	.98636	230	.15266	230	.31850
51	235	5.82240	235	5.98914	234	6.15543	234	6.32126
52	240	.82518	240	.99192	239	.15820	239	.32402
53	245	.82796	245	.99469	244	.16097	244	.32678
54	249	.83074	249	.99746	248	.16374	248	.32954
55	254	.83352	254	6.00024	254	.16651	254	.33230
56	259	.83630	259	.00302	258	.16928	257	.33506
57	263	.83909	263	.00579	262	.17205	261	.33782
58	268	.84188	268	.00856	267	.17480	266	.34058
59	273	.84466	273	.01134	272	.17757	271	.34334

TABLA VI.— (Continuacion)

Min	Partes ″	37°	Partes ″	38°	Partes ″	39°	Partes ″	40°	Min
0	0	6.34610	0	6.51136	0	6.67641	0	6.84040	0
1	5	.34886	5	.51411	5	.67888	5	.84314	1
2	9	.35162	9	.51686	9	.68162	9	.84588	2
3	14	.35437	14	.51961	14	.68436	14	.84861	3
4	18	.35712	18	.52236	18	.68710	18	.85134	4
5	23	.35988	23	.52511	23	.68984	23	.85407	5
6	28	.36264	28	.52786	27	.69258	27	.85680	6
7	32	.36540	32	.53061	31	.69532	31	.85953	7
8	37	.36816	37	.53336	36	.69806	36	.86226	8
9	41	.37092	41	.53611	40	.70081	40	.86500	9
10	46	.37368	46	.53886	45	.70356	45	.86774	10
11	50	6.37643	50	6.54161	50	6.70630	50	6.87047	11
12	55	.37918	55	.54436	55	.70904	55	.87320	12
13	59	.38194	59	.54711	59	.71178	59	.87593	13
14	64	.38470	64	.54986	64	.71452	64	.87866	14
15	68	.38746	68	.55261	68	.71726	68	.88139	15
16	73	.39022	73	.55536	73	.72000	73	.88412	16
17	77	.39297	77	.55810	77	.72274	77	.88685	17
18	82	.39572	82	.56084	82	.72548	82	.88958	18
19	87	.39848	87	.56359	87	.72822	87	.89231	19
20	91	.40124	91	.56634	91	.73096	91	.89504	20
21	95	6.40399	95	6.56909	95	6.73369	95	6.89777	21
22	100	.40674	100	.57184	100	.73642	100	.90050	22
23	104	.40950	104	.57459	104	.73916	104	.90323	23
24	109	.41226	109	.57734	109	.74190	109	.90596	24
25	114	.41502	114	.58008	114	.74464	113	.90869	25
26	119	.41778	119	.58282	119	.74738	118	.91142	26
27	123	.42053	123	.58557	123	.75012	122	.91415	27
28	128	.42328	128	.58832	128	.75286	127	.91688	28
29	133	.42604	133	.59107	133	.75560	132	.91961	29
30	137	.42880	137	.59382	137	.75834	136	.92234	30
31	142	6.43155	142	6.59656	142	6.76108	141	6.92507	31
32	146	.43430	146	.59930	146	.76382	146	.92780	32
33	150	.43705	150	.60205	150	.76655	150	.93053	33
34	155	.43980	155	.60480	155	.76928	155	.93326	34
35	160	.44256	160	.60754	160	.77202	160	.93599	35
36	164	.44532	164	.61028	164	.77476	164	.93872	36
37	169	.44807	169	.61303	169	.77750	169	.94145	37
38	174	.45082	174	.61578	173	.78024	173	.94418	38
39	179	.45357	179	.61852	178	.78297	178	.94690	39
40	183	.45632	183	.62126	182	.78570	182	.94962	40
41	188	6.45908	188	6.62401	187	6.78844	187	6.95235	41
42	192	.46184	192	.62676	191	.79118	191	.95508	42
43	197	.46459	197	.62950	196	.79392	196	.95781	43
44	202	.46734	202	.63224	201	.79666	200	.96054	45
45	206	.47009	206	.63499	205	.79939	204	.96326	44
46	211	.47284	211	.63774	210	.80212	209	.96598	46
47	215	.47559	215	.64048	214	.80486	213	.96871	47
48	219	.47834	219	.64322	218	.80760	217	.97144	48
49	224	.48110	224	.64597	223	.81033	222	.97417	49
50	229	.48386	229	.64872	228	.81306	227	.97690	50
51	233	6.48661	233	6.65146	232	6.81580	231	6.97962	51
52	238	.48936	238	.65420	237	.81854	236	.98234	52
53	243	.49211	243	.65694	242	.82127	241	.98507	53
54	247	.49486	247	.65968	246	.82400	245	.98780	54
55	253	.49761	252	.66242	251	.82673	250	.99052	55
56	256	.50036	256	.66516	255	.82946	254	.99324	56
57	260	.50311	260	.66791	259	.83220	258	.99597	57
58	265	.50586	265	.67066	264	.83494	263	.99870	58
59	270	.50861	270	.67340	269	.83767	268	7.00142	59

TABLA VI.—(Continuacion)

Min.	Partes "	41°	Partes "	42°	Partes "	43°	Partes "	44°	Min.
0	0	7.00414	0	7.16736	0	7.33002	0	7.49214	0
1	5	.00687	5	.17008	5	.33273	5	.49483	1
2	9	.00960	9	.17280	9	.33544	9	.49752	2
3	14	.01232	14	.17551	14	.33815	14	.50022	3
4	18	.01504	18	.17822	18	.34086	18	.50292	4
5	23	.01777	23	.18094	23	.34356	23	.50562	5
6	27	.02050	27	.18366	27	.34626	27	.50832	6
7	31	.02322	31	.18637	31	.34897	31	.51101	7
8	36	.02594	36	.18908	36	.35168	36	.51370	8
9	40	.02866	40	.19179	40	.35438	40	.51640	9
10	45	.03188	15	.19450	45	.35708	45	.51910	10
11	50	7.03411	50	7.19722	50	7.35979	50	7.52179	11
12	55	.03684	55	.19994	54	.36250	54	.52448	12
13	59	.03956	59	.20265	59	.36520	59	.52718	13
14	64	.04228	64	.20536	63	.36790	63	.52988	14
15	68	.04500	68	.20808	68	.37060	68	.53257	15
16	73	.04772	73	.21080	72	.37330	72	.53526	16
17	77	.05044	77	.21351	77	.37601	77	.53796	17
18	82	.05316	81	.21622	81	.37872	81	.54066	18
19	87	.05589	86	.21893	86	.38142	86	.54336	19
20	91	.05862	90	.22164	90	.38412	90	.54604	20
21	95	7.06134	94	7.22435	95	7.38683	95	7.54873	21
22	100	.06406	99	.22706	99	.38954	99	.55142	22
23	104	.06678	103	.22978	104	.39224	104	.55412	23
24	109	.06950	108	.23250	108	.39495	108	.55682	24
25	113	.07222	112	.23521	113	.39764	113	.55951	25
26	118	.07494	117	.23792	117	.40034	117	.56220	26
27	122	.07766	121	.24063	122	.40324	122	.56489	27
28	127	.08038	126	.24334	126	.40574	126	.56758	28
29	132	.08310	131	.24605	131	.40844	131	.57028	29
30	136	.08582	135	.24876	135	.41114	135	.57298	30
31	141	7.08854	140	7.25147	140	7.41385	140	7.57567	31
32	146	.09126	145	.25418	144	.41656	144	.57836	32
33	150	.09398	149	.25689	149	.41926	149	.58105	33
34	155	.09670	154	.25960	153	.42196	153	.58374	34
35	159	.09942	158	.26231	158	.42466	158	.58643	35
36	163	.10214	162	.26502	162	.42736	162	.58912	36
37	168	.10486	167	.26773	167	.43006	167	.59181	37
38	172	.10758	171	.27044	171	.43276	171	.59450	38
39	177	.11030	176	.27315	176	.43546	176	.59719	39
40	181	.11302	180	.27586	180	.43816	179	.59988	40
41	186	7.11574	185	7.27857	185	7.44086	184	7.60257	41
42	190	.11846	189	.28128	189	.44356	188	.60526	42
43	195	.12117	194	.28399	194	.44626	193	.60795	43
44	199	.12388	198	.28670	198	.44896	197	.61064	44
45	203	.12660	202	.28941	203	.45166	202	.61333	45
46	208	.12932	207	.29212	207	.45436	206	.61602	46
47	212	.13204	211	.29483	212	.45706	211	.61871	47
48	216	.13476	215	.29754	216	.45976	215	.62140	48
49	221	.13748	220	.30025	221	.46246	220	.62409	49
50	226	.14020	225	.30296	225	.46516	224	.62678	50
51	230	7.14291	229	7.30566	230	7.46786	229	7.62947	51
52	235	.14562	234	.30836	234	.47056	233	.63216	52
53	240	.14834	239	.31107	239	.47325	238	.63485	53
54	244	.15106	243	.31378	243	.47594	242	.63754	54
55	249	.15378	248	.31649	248	.47864	247	.64023	55
56	253	.15650	252	.31920	252	.48134	251	.64292	56
57	257	.15921	256	.32191	257	.48404	256	.64561	57
58	262	.16192	261	.32462	261	.48674	260	.64830	58
59	267	.16464	266	.32732	266	.48944	265	65098	59

TABLA VI.—(Continuacion).

Min.	Partes "	45°	Partes "	46°	Partes "	47°	Partes "	48°	Min
0	0	7.65366	0	7.81462	0	7.97498	0	.13474	0
1	5	.65635	5	.81730	4	.97765	4	.13739	1
2	9	.65904	9	.81998	8	.98032	8	.14004	2
3	14	.66173	14	.82266	13	.98299	13	.14270	3
4	18	.66442	18	.82534	17	.98566	17	.14536	4
5	23	.66711	23	.82801	22	.98832	22	.14802	5
6	27	.66980	27	.83068	26	.99098	26	.15068	6
7	31	.67248	31	.83336	30	.99365	30	.15333	7
9	36	.67516	36	.83604	35	.99632	35	.15598	8
9	40	.67785	40	.83872	39	.99899	39	.15864	9
10	45	.68054	45	.84140	44	8.00166	44	.16130	10
11	50	7.68322	50	7.84407	49	8.00432	49	8.16396	11
12	54	.68590	54	.84674	53	.00698	53	.16662	12
13	59	.68859	59	.84942	58	.00965	58	.16927	13
14	63	.69128	63	.85210	62	.01232	62	.17192	14
15	67	.69396	67	.85477	66	.01498	66	.17458	15
16	71	.69664	71	.85744	70	.01764	70	.17724	16
17	76	.69933	76	.86012	75	.02031	75	.17989	17
18	80	.70202	80	.86280	79	.02298	79	.18254	18
19	85	.70470	85	.86547	84	.02564	84	.18619	19
20	89	.70378	89	.86814	88	.02830	88	.18784	20
21	94	7.71007	94	7.87082	93	8.03096	93	8.19050	21
22	98	.71276	98	.87350	97	.03362	97	.19316	22
23	103	.71544	103	.87617	102	.03629	102	.19581	23
24	107	.71812	107	.87884	106	.03896	106	.19846	24
25	112	.72080	112	.88151	111	.04162	111	.20111	25
26	116	.72348	116	.88418	115	.04428	115	.20376	26
27	121	.72617	121	.88686	120	.04694	120	.20642	27
28	125	.72886	125	.88954	124	.04960	124	.20908	28
29	130	.73154	130	.89221	129	.05227	128	.21173	29
30	134	.73442	134	.89488	133	.05494	132	.21438	30
31	139	7.73690	139	7.89755	138	8.05760	137	8.21703	31
32	143	.73958	143	.90022	142	.06026	141	.21968	32
33	148	.74226	148	.90289	147	.06292	146	.22233	33
34	152	.74494	152	.90556	151	.06558	150	.22498	34
35	157	.74763	157	.90824	156	.06824	155	.22763	35
36	161	.75032	161	.91029	160	.07090	159	.23028	36
37	169	.75300	166	.91359	165	.07359	164	.23294	37
38	170	.75568	170	.91626	169	.07622	168	.23560	38
39	175	.75836	174	.91893	173	.07889	172	.23825	39
30	179	.76104	178	.92160	177	.08156	176	.24090	40
41	184	7.76372	183	7.92427	182	8.08422	181	8.24355	41
42	188	.76640	187	.92694	186	.08688	185	.24620	42
43	193	-.76908	192	.92961	191	.08954	190	.24885	43
44	197	.77176	196	.93228	195	.09220	194	.25150	44
45	202	.77444	201	.93495	200	.09486	199	.25415	45
46	206	.77712	205	.93762	204	.09752	203	.25680	46
47	211	.77980	210	.94029	209	.10018	208	.25944	47
48	215	.78248	214	.94296	213	.10284	212	.26208	48
49	219	.78516	218	.94563	217	.10550	216	.26473	49
50	223	.78784	222	.94830	221	.10816	220	.26738	50
51	228	7.79052	237	7.95097	226	8.11081	225	8.27003	51
52	232	.79320	231	.95364	230	.11346	229	.27268	52
53	237	.79588	236	.95631	235	.11612	234	.27533	53
54	241	.79856	240	.95898	239	.11878	238	.27798	54
55	246	.80124	245	.96165	244	.12144	243	.28063	55
56	250	.80392	249	.96432	248	.12410	247	.28328	56
57	255	.80659	254	.96698	253	.12676	252	.28593	57
58	259	.80926	258	.96064	257	.12942	257	.28858	58
59	264	.81194	263	.97231	262	.13208	261	.29122	59

TABLA VI.—(Continuacion).

Min	Partes	49°	Partes	50°	Partes	51°	Partes	52°	Min
0	0	8.29386	0	8.45236	0	8.61022	0	8.76742	0
1	4	.29651	4	.45500	4	.61285	4	.77004	1
2	8	.29916	8	.45764	8	.61548	8	.77266	2
3	13	.30181	13	.46028	13	.61810	13	.77527	3
4	17	.30446	17	.46292	17	.62072	17	.77788	4
5	22	.30710	22	.46555	22	.62335	22	.78049	5
6	26	.30974	26	.46818	26	.62598	26	.78310	6
7	30	.31239	30	.47082	30	.62860	30	.78572	7
8	35	.31504	35	.47346	35	.63122	35	.78834	8
9	39	.31768	39	.47609	39	.63384	39	.79095	9
10	44	.32032	44	.47872	44	.63646	44	.79356	10
11	48	8.32297	49	8.48135	48	8.63909	48	8.79617	11
12	53	.32562	53	.48398	52	.64172	52	.79878	12
13	58	.32826	58	.48662	57	.64434	57	.80139	13
14	62	.33090	62	.48926	61	.64696	61	.80400	14
15	66	.33355	66	.49189	65	.64958	65	.80662	15
16	70	.33620	70	.49452	69	.65220	69	.80924	16
17	75	.33884	75	.45716	74	.65483	74	.81185	17
18	79	.34148	79	.49980	78	.65746	78	.81446	18
19	84	.34413	84	.50243	83	.66005	83	.81707	19
20	88	.34678	88	.50506	87	.66270	87	.81968	20
21	92	8.34942	92	8.50769	92	8.66532	92	8.82229	21
22	97	.35206	97	.51032	96	.66794	96	.82490	22
23	102	.35470	102	.51295	101	.67056	101	.82751	23
24	106	.35734	106	.51558	105	.67318	105	.83012	24
25	111	.35998	111	.51822	110	.67580	110	.83273	25
26	115	.36262	115	.52086	114	.67842	114	.83534	26
27	120	.36527	120	.52349	119	.68104	119	.83795	27
28	124	.36792	124	.52612	123	.68366	123	.84056	28
29	128	.37056	128	.52875	127	.68628	127	.84317	29
30	132	.37320	132	.53138	131	.68890	131	.84578	30
31	136	8.37584	136	8.53401	135	8.69152	135	8.84839	31
32	141	.37848	140	.53664	140	.69414	140	.85100	32
33	145	.38112	145	.53927	144	.69676	144	.85360	33
34	149	.38376	149	.54190	148	.69938	148	.85620	34
35	155	.38640	154	.54453	153	.70200	153	.85881	35
36	159	.38904	158	.54716	157	.70462	157	.86142	36
37	164	.39168	163	.54979	162	.70724	162	.86403	37
38	168	.39432	167	.55242	166	.70986	166	.86664	38
39	172	.39696	171	.55505	170	.71248	170	.86925	39
40	176	.39960	175	.55768	174	.71510	174	.87186	40
41	180	8.40224	180	8.56031	179	8.71772	178	8.87446	41
42	185	.40488	184	.56294	183	.72034	182	.87706	42
43	189	.40752	189	.56557	188	.72295	187	.87967	43
44	194	.41016	193	.56820	192	.72556	191	.88228	44
45	198	.41280	198	.57082	197	.72818	196	.88489	45
46	203	.41544	202	.57344	201	.73080	200	.88750	46
47	207	.41808	207	.57607	206	.73342	205	.89010	47
48	212	.42072	211	.57870	210	.73604	209	.89270	48
49	216	.42336	215	.58133	214	.73865	213	.89531	49
50	220	.42600	219	.58396	218	.74126	217	.89792	50
51	224	8.42863	223	8.58659	222	8.74388	221	8.90052	51
52	228	.43126	227	.58922	226	.74650	225	.90312	52
53	233	.43390	232	.59184	231	.74912	230	.90573	53
54	237	.43654	236	.59446	235	.75174	234	.90834	54
55	242	.43918	241	.59709	240	.75435	239	.91094	55
56	246	.44182	245	.59972	244	.75696	243	.91354	56
57	251	.44446	250	.60235	249	.75958	248	.91615	57
58	256	.44710	255	.60498	254	.76220	253	.91876	58
59	260	.44973	259	.60760	258	.76481	257	.92146	59

TABLA VI.—(Continuacion).

Min	Partes "	53°	Partes "	54°	Partes "	55°	Partes "	56°	Min
0	0	8.92396	0	9.07982	0	9.23498	0	9.38944	0
1	4	.92656	4	.08241	4	.23756	4	.39200	1
2	8	.92916	8	.08500	8	.24014	8	.39456	2
3	12	.93176	12	.08759	12	.24272	12	.39713	3
4	16	.93436	16	.09018	16	.25300	16	.39970	4
5	21	.93697	21	.09277	21	.24788	21	.40227	5
6	25	.93958	25	.09536	25	.25046	25	.40484	6
7	29	.94218	29	.09795	29	.25303	29	.40741	7
8	34	.94478	34	.10054	34	.25560	34	.40998	8
9	38	.94738	38	.10313	38	.25818	38	.41254	9
10	43	.94998	43	.10572	43	.26076	43	.41510	10
11	47	8.95258	47	9.10831	47	9.26334	47	9.41767	11
12	51	.95518	51	.11090	51	.26592	51	.42024	12
13	56	.95778	56	.11349	56	.26850	55	.42281	13
14	60	.96038	60	.11608	60	.27108	59	.42538	14
15	64	.96298	64	.11867	64	.27366	63	.42794	15
16	68	.96558	68	.12126	68	.27624	67	.43050	16
17	73	.96818	73	.12385	73	.27881	72	.43307	17
18	77	.97078	77	.12644	77	.28138	76	.43564	18
19	82	.97338	82	.12902	82	.29396	81	.43820	19
20	86	.97598	86	.13160	86	.28654	85	.44076	20
21	91	8.97858	91	9.13419	90	9.28912	89	9.44332	21
22	95	.98118	95	.13678	94	.29170	93	.44588	22
23	100	.98378	100	.13937	99	.29427	98	.44845	23
24	104	.98638	104	.14196	103	.29684	102	.45102	24
25	109	.98898	109	.14455	108	.29942	107	.45358	25
26	114	.99158	113	.14714	112	.30200	111	.45614	26
27	118	.99418	118	.14972	117	.30457	116	.45870	27
28	122	.99678	122	.15230	121	.30714	120	.46126	28
29	126	.99937	126	.15489	125	.30972	124	.46383	29
30	130	9.00196	130	.15748	129	.31230	128	.46640	30
31	134	9.00456	134	9.16007	133	9.31487	132	9.46896	31
32	138	.00716	138	.16266	137	.31744	136	.47152	32
33	143	.00976	143	.16524	142	.32001	141	.47408	33
34	147	.01236	147	.16782	146	.32258	145	.47664	34
35	152	.01496	152	.17041	151	.32516	150	.47920	35
36	156	.01756	156	.17300	155	.32774	154	.48176	36
37	161	.02015	161	.17588	160	.33031	159	.48432	37
38	165	.02274	165	.17816	164	.33288	163	.48688	38
39	169	.02534	169	.18075	168	.33545	167	.48944	39
40	173	.02794	173	.18334	172	.33802	171	.49200	40
41	177	9.03053	177	9.18592	176	9.34059	175	9.49456	41
42	181	.03312	181	.18850	180	.34316	179	.49712	42
43	186	.03572	186	.19108	185	.34574	184	.49968	43
44	190	.03832	190	.19366	189	.34832	188	.50224	44
45	195	.04091	195	.19625	194	.35089	193	.50480	45
46	199	.04350	199	.19884	198	.35346	197	.50736	46
47	204	.04610	204	.20142	203	.35603	202	.50992	47
48	208	.04870	208	.20400	207	.35860	206	.51248	48
49	212	.05129	212	.20658	211	.36117	210	.51504	49
50	216	.05388	216	.20916	215	.36374	214	.51760	50
51	220	9.05648	220	9.21174	219	9.36631	218	9.52016	51
52	224	.05908	224	.21432	223	.36888	222	.52272	52
53	229	.06167	229	.21690	227	.37145	226	.52528	53
54	233	.06426	233	.21948	231	.37402	230	.52784	54
55	238	.06685	238	.22207	236	.37659	235	.53039	55
56	242	.06944	242	.22466	240	.37916	239	.53294	56
57	247	.07203	247	.22724	245	.38173	244	.53550	57
58	252	.07462	251	.22982	249	.38430	248	.53806	58
59	256	.07722	255	.23240	253	.38687	252	.54062	59

TABLA VI.—(Conclusion).

Min.	Partes	57°	Partes	58°	Partes	59°	Min
0	0	9.54318	0	9.69620	0	9.84848	0
1	4	.54573	4	.69874	4	.85101	1
2	8	.54828	8	.70128	8	.85354	2
3	12	.55084	13	.70382	12	.85607	3
4	16	.55340	16	.70636	16	.85860	4
5	21	.55596	21	.70891	21	.86113	5
6	25	.55852	25	.71146	25	.86366	6
7	29	.56107	29	.71400	29	.86619	7
8	34	.56362	34	.71654	34	.86872	8
9	38	.56617	38	.71908	38	.87125	9
10	42	.56872	42	.72162	42	.87378	10
11	47	9.57128	47	9.72416	46	9.87631	11
12	51	.57384	51	.72670	50	.87884	12
13	55	.57639	55	.72925	54	.88137	13
14	59	.57894	59	.73180	58	.88390	14
15	63	.58150	63	.73434	62	.88643	15
16	67	.58406	67	.73688	66	.88896	16
17	72	.58661	72	.73942	71	.89149	17
18	76	.58916	76	.74196	75	.89402	18
19	81	.59171	81	.74450	80	.89654	19
20	85	.59426	85	.74704	84	.89906	20
21	89	9.59681	89	9.74958	89	9.90159	21
22	93	.59936	93	.75212	92	.90412	22
23	97	.60192	97	.75466	96	.90665	23
24	101	.60448	101	.75720	100	.90918	24
25	106	.60703	106	.75974	105	.91170	25
26	110	.60958	110	.76228	109	.91422	26
27	115	.61213	115	.76481	114	.91675	27
28	119	.61468	119	.76734	118	.91928	28
29	123	.61723	123	.76988	122	.92181	29
30	127	.61978	127	.77242	126	.92434	30
31	131	9.62233	131	9.77496	130	9.92686	31
32	135	.62488	135	.77750	134	.92938	32
33	140	.62743	139	.78004	138	.93191	33
34	144	.62998	143	.78258	142	.93444	34
35	149	.63253	148	.78512	147	.93696	35
36	153	.63508	152	.78766	151	.93948	36
37	158	.63763	157	.79019	156	.94200	37
38	162	.64018	161	.79272	160	.94452	38
39	166	.64272	165	.79526	164	.94705	39
40	170	.64526	169	.79780	168	.94958	40
41	174	9.64781	173	9.80033	172	9.95210	41
42	178	.65036	177	.80286	176	.95462	42
43	183	.65291	182	.80540	180	.95714	43
44	187	.65546	186	.80794	184	.95966	44
45	192	.65801	191	.81047	189	.96219	45
46	196	.66056	195	.81300	195	.96472	46
47	201	.66310	200	.81554	198	.96724	47
48	205	.66564	204	.81808	202	.96976	48
49	209	.66819	208	.82061	206	.97228	49
50	213	.67074	212	.82314	210	.97480	50
51	217	9.67329	216	9.82568	214	9.97732	51
52	221	.67584	220	.82822	218	.97984	52
53	225	.67838	224	.83075	222	.98236	53
54	229	.68092	228	.83328	226	.98488	54
55	234	.68347	233	.83581	231	.98740	55
56	238	.68602	237	.83834	235	.98992	56
57	243	.68856	242	.84087	240	.99244	57
58	247	.69110	246	.84340	244	.99496	58
59	251	.69365	250	.84594	248	.99748	59
60	255	.69620	254	.84848	252	10.00000	60

TABLA VII

De los ángulos subtendidos a las distancias diferentes por una mira de 3 metros.

Mts.	Angulos			Mts.	Angulos			Mts.	Angulos			Mts.	Angulos		
15	11°	25'	16"	117	1°	28'	09"	218	0°	47'	18"	320	0°	32'	14"
16	10	42	40	118	1	27	24	220	0	46	53	322	0	32	02
17	10	05	05	120	1	25	56	222	0	46	27	323	0	31	56
20	8	34	40	122	1	24	32	223	0	46	15	325	0	31	44
22	7	48	40	123	1	23	50	225	0	45	50	327	0	31	33
24	7	09	08	125	1	22	30	227	0	45	26	328	0	31	27
25	6	52	20	127	1	21	12	228	0	45	14	330	0	31	16
27	6	21	34	128	1	20	34	230	0	44	50	332	0	31	04
28	6	08	00	130	1	19	20	232	0	44	27	333	0	30	59
30	5	43	28	132	1	18	07	233	0	44	16	335	0	30	48
32	5	22	20	133	1	17	32	235	0	43	53	337	0	30	36
33	5	12	18	135	1	16	23	237	0	43	31	338	0	30	31
35	4	54	22	137	1	15	16	238	0	43	20	340	0	30	20
37	4	38	34	138	1	14	44	240	0	42	59	342	0	30	09
38	4	31	16	140	1	13	40	242	0	42	37	343	0	30	04
40	4	17	42	142	1	12	37	243	0	42	27	345	0	29	54
42	4	05	26	143	1	12	07	245	0	42	06	347	0	29	44
43	3	59	44	145	1	11	07	247	0	41	45	348	0	29	39
45	3	49	06	147	1	10	09	248	0	41	35	350	0	29	28
47	3	39	20	148	1	09	40	250	0	41	15	352	0	29	18
48	3	34	46	150	1	08	45	252	0	40	56	353	0	29	14
50	3	26	12	152	1	07	51	253	0	40	46	355	0	29	04
52	3	18	16	153	1	07	25	255	0	40	27	357	0	28	54
53	3	14	32	155	1	06	32	257	0	40	08	358	0	28	49
55	3	07	28	157	1	05	42	258	0	39	59	360	0	28	40
57	3	00	54	158	1	05	16	260	0	39	40	362	0	28	31
58	2	57	46	160	1	04	27	262	0	39	22	363	0	28	26
60	2	51	52	162	1	03	40	263	0	39	13	365	0	28	16
62	2	46	18	163	1	03	16	265	0	38	55	367	0	28	06
63	2	43	40	165	1	02	30	267	0	38	38	368	0	28	01
65	2	38	38	167	1	01	45	268	0	38	29	370	0	27	52
67	2	34	00	168	1	01	23	270	0	38	12	372	0	27	44
68	2	31	38	170	1	00	40	272	0	37	55	373	0	27	40
70	2	27	18	172	0	59	56	273	0	37	46	375	0	27	31
72	2	23	12	173	0	59	37	275	0	37	30	377	0	27	22
73	2	21	14	175	0	58	56	277	0	37	14	378	0	27	18
75	2	17	28	177	0	58	16	278	0	37	06	380	0	27	09
77	2	14	00	178	0	57	56	280	0	36	50	382	0	27	01
78	2	12	12	180	0	57	18	282	0	36	34	383	0	26	57
80	2	08	54	182	0	56	40	283	0	36	27	385	0	26	48
82	2	05	44	183	0	56	20	285	0	36	11	387	0	26	40
83	2	04	14	185	0	55	44	287	0	35	56	388	0	26	36
85	2	01	18	187	0	55	08	288	0	35	49	390	0	26	27
87	1	58	32	188	0	54	52	290	0	35	34	392	0	26	19
88	1	57	10	190	0	54	17	292	0	35	19	393	0	26	15
90	1	54	24	192	0	53	43	293	0	35	12	395	0	26	07
92	1	52	05	193	0	53	26	295	0	34	58	397	0	25	59
93	1	50	52	195	0	52	53	297	0	34	44	398	0	25	55
95	1	48	32	197	0	52	21	298	0	34	37	400	0	25	47
97	1	46	18	198	0	52	05	300	0	34	23	402	0	25	39
98	1	45	12	200	0	51	34	302	0	34	09	403	0	25	36
100	1	43	06	202	0	51	03	303	0	34	02	405	0	25	28
102	1	41	06	203	0	50	48	305	0	33	49	497	0	25	21
103	1	40	06	205	0	50	18	307	0	33	36	408	0	25	18
105	1	38	12	207	9	49	48	308	0	33	29	410	0	25	10
107	1	36	22	208	0	49	34	310	0	33	16	412	0	25	03
108	1	35	28	210	0	49	06	312	0	33	04	413	0	24	59
110	1	33	44	212	0	48	39	313	0	32	58	415	0	24	52
112	1	32	05	213	0	48	25	315	0	32	45	417	0	24	45
113	1	31	16	215	0	47	58	317	0	32	32	418	0	24	41
115	1	29	48	217	0	47	31	318	0	32	26	420	0	24	34

TABLA VIII.

Tabla de las distancias desde las cuales se vean los objetos en mar, segun sus elevaciones respectivas, y la elevacion del ojo del observador.

Altura en metros	Distancia en millas nauticas	Altura en metros	Distancia en millas nauticas
1.5	2.565	30.5	11.47
3.0	3.628	33.5	12.03
4.6	4.443	36.6	12.56
6.1	5.130	39.6	13.08
7.6	5.736	42.7	13.57
9.1	6.283	45.7	14.22
10.7	6.787	60.9	16.22
12.2	7.255	76.2	18.14
13.7	7.696	91.4	19.87
15.2	8.112	106.7	21.46
16.8	8.509	122.0	22.94
18.3	8.866	137.2	24.33
19.8	9.249	152.5	25.65
21.3	9.598	167.7	26.90
22.7	9.935	182.9	28.10
24.4	10.260	198.2	29.25
25.9	10.570	213.5	30.28
27.4	10.800	244.0	32.45
28.9	11.180	274.3	34.54

EJEMPLO:

Un cerro de 122 m. de altura será visible a un observador cuyo ojo está elevado sobre el nivel del mar de tres metros. 26.57 millas: así en esta tabla:

3 m. de elevacion.		=	distancia	3.628
122 m. »	»	=	»	22.940
			Distancia: =	26.568

TABLA IX

Ángulo bajo los cuales se vé un objeto de una altura conocida para las distancias comprendidas entre 100 y 4000 metros.

Distancia en metros	Altura del objeto				
	5 metros	10 metros	15 metros	20 metros	25 metros
100	2° 51' 44"	5° 42' 37"	8° 31' 51"	11° 18' 36"	14° 02' 10"
200	1 25 55	2 51 44	4 17 21	5 42 38	7 07 30
300	0 57 17	1 54 33	2 51 44	3 48 49	4 45 53
400	0 42 58	1 25 55	2 08 54	2 51 44	3 34 35
500	0 34 23	1 08 45	1 43 06	2 17 26	2 51 44
600	0 28 39	0 57 17	1 25 56	1 54 32	2 23 09
700	0 24 33	0 49 06	1 13 39	1 38 12	2 02 43
800	0 21 29	0 42 57	1 04 27	1 25 56	1 47 24
900	0 19 05	0 38 12	0 57 16	1 16 23	1 35 28
1000	0 17 11	0 34 23	0 51 33	1 07 45	1 25 56
1100	0 15 37	0 31 15	0 46 54	1 02 30	1 18 07
1200	0 14 19	0 28 32	0 42 58	0 57 19	1 11 36
1300	0 13 13	0 26 27	0 39 40	0 51 63	1 06 06
1400	0 12 17	0 24 33	0 36 51	0 49 08	1 01 23
1500	0 11 28	0 22 55	0 34 23	0 44 50	0 57 57
1600	0 10 45	0 21 29	0 32 13	0 42 58	0 53 43
1700	0 10 07	0 20 13	0 30 20	0 40 26	0 50 33
1800	0 09 33	0 19 06	0 28 39	0 38 12	0 47 45
1900	0 09 02	0 18 04	0 27 07	0 36 11	0 45 15
2000	0 08 36	0 17 11	0 25 47	0 34 23	0 42 59
2100	0 08 11	0 16 22	0 24 34	0 32 44	0 40 55
2200	0 07 49	0 15 38	0 23 26	0 31 15	0 39 04
2300	0 07 29	0 14 58	0 22 25	0 29 53	0 37 22
2400	0 07 10	0 14 20	0 21 29	0 28 39	0 35 48
2500	0 06 53	0 13 38	0 20 37	0 27 30	0 34 22
2600	0 06 37	0 13 15	0 19 51	0 26 27	0 33 03
2700	0 06 23	0 12 46	0 19 07	0 25 28	0 31 50
2800	0 06 08	0 12 18	0 18 25	0 24 33	0 30 42
2900	0 05 56	0 11 52	0 17 48	0 23 42	0 29 38
3000	0 05 44	0 11 28	0 17 11	0 22 55	0 28 39
3100	0 05 34	0 11 07	0 16 39	0 22 11	0 27 43
3200	0 05 23	0 10 46	0 16 08	0 21 29	0 26 51
3300	0 05 13	0 10 26	0 15 39	0 20 50	0 26 03
3400	0 05 03	0 10 06	0 15 10	0 20 13	0 25 17
3500	0 04 55	0 09 50	0 14 45	0 19 38	0 24 33
3600	0 04 47	0 09 34	0 14 20	0 19 06	0 23 52
3700	0 04 39	0 09 18	0 13 57	0 18 35	0 23 14
3800	0 04 32	0 09 04	0 13 35	0 18 06	0 22 37
3900	0 04 25	8 08 50	0 13 14	0 17 37	0 22 02
4000	0 04 18	0 08 36	0 12 54	0 17 11	0 21 29

TABLA IX.

Distancia en Metros	Altura del objeto				
	30 metros	35 metros	40 metros	45 metros	50 metros
	° ' "	° ' "	° ' "	° ' "	° ' "
100	16 41 57	19 17 24	21 48 05	24 13 40	26 33 54
200	8 31 51	9 55 35	11 18 39	12 40 49	14 02 10
300	5 42 40	6 39 16	7 35 41	8 31 51	9 27 44
400	4 17 20	5 00 13	5 42 38	6 25 01	7 07 30
500	3 26 01	4 00 15	4 40 52	5 08 34	5 42 38
600	2 51 45	3 20 18	3 48 51	4 17 21	4 45 49
700	2 27 14	2 51 05	3 16 34	3 40 42	4 05 08
800	2 08 52	2 30 08	2 51 44	3 13 08	3 34 33
900	1 54 33	2 13 37	2 32 41	2 51 44	3 10 47
1000	1 43 06	2 00 16	2 17 26	2 34 36	2 51 47
1100	1 33 44	1 49 21	2 04 57	2 20 34	2 36 09
1200	1 25 56	1 40 14	1 54 33	2 08 51	2 23 10
1300	1 19 19	1 32 31	1 45 45	1 58 57	2 12 10
1400	1 13 40	1 25 54	1 38 12	2 50 28	2 02 46
1500	1 08 45	1 20 12	1 31 39	1 43 06	1 54 33
1600	1 04 27	1 15 11	1 25 56	1 36 40	1 47 24
1700	1 00 40	1 10 46	1 21 04	1 30 39	1 41 05
1800	0 57 17	1 06 50	1 16 23	1 25 56	1 35 29
1900	0 54 18	1 03 19	1 12 22	1 21 24	1 30 27
2000	0 51 33	1 00 09	1 08 45	1 17 20	1 25 56
2100	0 49 20	0 57 17	1 05 28	1 13 39	1 21 50
2200	0 46 52	0 54 41	1 02 30	1 10 18	1 18 07
2300	0 44 50	0 52 19	0 59 39	1 07 15	1 14 43
2400	0 42 59	0 50 08	0 57 17	1 04 27	1 11 36
2500	0 41 15	0 48 07	0 55 17	1 01 52	1 08 45
2600	0 39 40	0 46 16	0 52 53	0 59 30	1 06 06
2700	0 38 12	0 44 34	0 50 56	0 57 17	1 03 39
2800	0 36 50	0 42 58	0 49 41	0 55 15	1 01 23
2900	0 35 34	0 41 29	0 47 25	0 53 21	0 59 16
3000	0 34 23	0 40 06	0 45 49	0 51 34	0 57 17
3100	0 33 16	0 38 49	0 44 21	0 49 54	0 55 27
3200	0 32 14	0 37 36	0 42 58	0 48 21	0 53 43
3300	0 31 15	0 36 28	0 41 39	0 46 52	0 52 05
3400	0 30 20	0 35 23	0 39 32	0 45 30	0 50 33
3500	0 29 28	0 34 23	0 39 17	0 44 12	0 49 07
3600	0 28 39	0 33 25	0 38 11	0 42 58	0 47 45
3700	0 27 53	0 32 31	0 37 10	0 40 51	0 46 27
3800	0 27 12	0 31 46	0 36 11	0 40 43	0 45 44
3900	0 26 27	0 30 51	0 35 15	0 39 40	0 44 04
4000	0 25 47	0 30 05	0 34 23	0 38 40	0 42 58

TABLA X.

Distancia i alturas obtenidas por medio de ángulos medidos por el Anteojo Rochon.

1.º Conociendo la altura del objeto, determinar la distancia: se colocará el cilindro en el cero i se dirije el anteojo sobre el objeto, el que se verá como una sola imájen. En seguida se hace correr el cilindro hácia el objeto hasta que se presenten en tanjencia las dos imájenes en un plano vertical: leyendo la graduacion correspondiente en la escala i buscando este número en la tabla A, se multiplica el hallado por la altura del objeto i se tendrá su distancia.

En aquellos casos en que tenga que observarse repetidas veces un objeto determinado (como una mira), la distancia se obtendrá prontamente valiéndose de una tabla calculada de antemano, que contenga los productos de la altura del objeto por los números correspondientes a los minutos de la tabla A. De esta manera se ha calculado la tabla B para una mira de tres metros.

2.º Conociendo la distancia de un objeto, determinar su altura: Se hace un operacion inversa a la primera. Conocido el ángulo bajo el cual se vé un objeto, se toma el número correspondiente de la tabla, i dividiendo por la distancia se tendrá la altura.

TABLA X

TABLA A											TABLA B	
M	0.″0	0.″1	0.″2	0.″3	0.″4	0.″5	0.″6	0.″7	0.″8	0.″9	M	Distancia metros
1	3438	3126	2865	2647	2456	2292	2149	2022	1910	1810	1	10314
2	1719	1637	1563	1495	1433	1371	1322	1273	1228	1185	2	5157
3	1146	1100	1074	1042	1011	982	954	929	905	882	3	3438
4	860	838	819	800	781	764	747	732	716	702	4	2580
5	688	674	651	649	636	625	614	603	593	583	5	2063
6	573	563	554	545	537	529	521	513	506	498	6	1719
7	491	484	477	471	465	459	452	446	441	435	7	1473
8	430	424	419	414	409	404	400	395	390	386	8	1290
9	382	378	374	370	366	362	358	354	351	347	9	1146
10	344	340	337	334	331	328	325	321	318	315	10	1032
11	312	310	307	304	301	298	296	294	292	290	11	938
12	287	285	282	280	278	275	273	271	269	265	12	861
13	264	262	260	258	256	254	252	250	248	247	13	792
14	245	244	242	240	238	236	234	233	231	230	14	738
15	229	227	225	223	221	220	218	218	217	216	15	687
16	215	213	211	210	208	207	206	205	204	203	16	645
17	202	201	200	199	198	197	196	194	193	192	17	606
18	191	189	188	187	186	185	184	183	182	181	18	573
19	180	179	178	177	176	175	174	173	173	172	19	540
20	172	171	170	169	168	167	166	165	165	164	20	516
21	164	163	162	161	160	159	158	157	157	156	21	492
22	156	155	154	153	153	152	152	152	151	151	22	468
23	151	150	149	148	147	146	145	145	144	143	23	448
24	143	142	141	140	139	139	138	138	137	137	24	429
25	137	136	135	135	134	134	133	133	132	132	25	411
26	132	131	130	129	129	128	128	128	127	127	26	396
27	127	126	125	125	124	124	124	123	123	123	27	381
28	123	122	122	121	121	121	120	120	119	119	28	369
29	119	119	118	118	117	117	116	116	115	115	29	357
30	114	114	113	113	113	112	112	112	111	111	30	342
31	111	110	110	109	109	109	108	108	108	108	31	333
32	108	107	107	106	106	106	105	105	105	104	32	323
33	104	104	103	103	103	102	102	102	101	101	33	312
34	101	101	100	100	100	100	99	99	99	98	34	303
35	98.0	97.7	97.4	97.1	96.8	96.5	96.2	96.0	95.8	95.6	35	294
36	95.5	95.2	94.9	94.6	94.3	94.0	93.8	93.6	93.4	93.2	36	286.5
37	93.0	92.7	92.4	92.1	91.8	91.5	91.2	91.0	90.8	90.6	37	279.0
38	90.5	90.3	90.0	89.7	89.5	89.2	89.0	88.7	88.4	88.2	38	271.5
39	88.0	87.7	87.4	87.1	86.8	86.6	86.4	86.4	86.2	86.1	39	264.5
40	86.0	85.7	85.4	85.1	84.8	84.5	84.3	84.1	83.9	83.7	40	258.0
41	83.5	83.3	83.0	82.8	82.6	82.5	82.4	82.3	82.2	82.1	41	250.5
42	82.0	81.8	81.6	81.4	81.2	81.0	80.8	80.6	80.4	80.2	42	246.0
43	80.0	79.8	79.7	79.5	79.3	79.1	78.9	78.7	78.5	78.3	43	240.0
44	78.0	77.8	77.6	77.4	77.2	77.0	76.9	76.8	76.7	76.6	44	234.0
45	76.5	76.3	76.2	76.1	76.0	75.9	75.8	75.7	75.6	75.6	45	229.5
46	75.5	75.3	75.1	75.0	74.8	74.6	74.4	74.2	74.0	73.8	46	226.5
47	73.6	73.3	73.0	72.8	72.6	72.4	72.2	72.0	71.8	71.6	47	220.8
48	71.4	71.1	70.8	70.5	70.3	70.1	69.9	69.8	69.7	69.6.	48	214.2
49	69.5	69.3	69.2	69.0	68.9	68.8	68.7	68.6	68.5	68.4	49	208.5
50	68.3	68.1	68.0	67.9	67.8	67.7	67.6	67.5	67.3	67.1	50	204.9
51	67.0	66.9	66.8	66.7	66.6	66.5	66.4	66.3	66.2	66.1	51	201.6
52	66.0	65.9	65.7	65.7	65.5	65.3	65.1	64.9	64.8	64.6	52	198.0
53	64.7	64.6	64.5	64.4	64.3	64.2	64.1	64.0	63.9	63.9	53	194.1
54	63.8	63.7	63.6	63.5	63.3	63.1	62.9	62.8	62.7	62.6	64	190.8
55	62.5	62.3	62.1	62.0	61.9	61.8	61.7	61.6	61.5	61.4	55	187.5
56	61.3	61.2	61.1	61.0	60.9	60.8	60.7	60.6	60.5	60.3	56	183.9
57	60.1	60.0	59.9	59.8	59.7	59.6	59.5	59.4	59.3	59.2	57	180.3
58	59.1	59.0	58.9	58.8	58.7	58.6	58.5	58.4	58.3	58.2	58	177.3
59	58.1	58.0	57.9	57.8	57.7	57.6	57.5	57.4	57·3	57.2	59	174.3
60	57.1	57.0	56.9	56.8	56.7	56.6	56.5	56.4	56.3	56.2	60	171.3

TABLA XI.

DEPRESION DE HORIZONTE

Elevacion	Depresion	Elevacion	Depresion	Elevacion	Depresion	Elevacion	Depresion
m	′ ″	m	′ ″	m	′ ″	m	′ ″
0.2	0 48	4.2	3 38	8.2	5 5	12.2	6 11
0.4	1 7	4.4	3 43	8.4	5 8	12.4	6 15
0.6	1 22	4.6	3 48	8.6	5 12	12.6	6 18
0.8	1 35	4.8	3 53	8.8	5 16	12.8	6 21
1.0	1 46	5.0	3 58	9.0	5 19	13.0	6 23
1.2	1 57	5.2	4 3	9.2	5 23	13.2	6 26
1.4	2 6	5.4	4 7	9.4	5 26	13.4	6 29
1.6	2 15	5.6	4 12	9.6	5 30	13.6	6 32
1.8	2 23	5.8	4 16	9.8	5 33	13.8	6 35
2.0	2 31	6.0	4 21	10.0	5 36	14.0	6 38
2.2	2 38	6.2	4 25	10.2	5 40	14.2	6 41
2.4	2 45	6.4	4 29	10.4	5 43	14.4	6 44
2.6	2 51	6.6	4 33	10.6	5 46	14.6	6 46
2.8	2 58	6.8	4 37	10.8	5 50	14.8	6 49
3.0	3 4	7.0	4 41	11.0	5 53	15.0	6 52
3.2	3 10	7.2	4 45	11.2	5 56	15.2	6 55
3.4	3 16	7.4	4 49	11.4	5 59	15.4	6 57
3.6	3 22	7.6	4 53	11.6	6 2	15.6	7 0
3.8	3 27	7.8	4 57	11.8	6 5	15.8	7 3
4.0	3 33	8.0	5 1	12.0	6 8	16.0	7 5

TABLA XII.

DEPRESION CERCA DE UNA COSTA

Distancia a la costa en millas	Elevacion en metros					
	2	3	4	6	8	10
	′ ″	′ ″	′ ″	′ ″	′ ″	′ ″
0.25	14 57	22 23	29 48	44 39	59 30	74 21
0.50	7 38	11 21	15 4	22 29	29 55	37 20
0.75	5 16	7 44	10 13	15 10	20 7	25 4
1.00	4 8	5 59	7 51	11 33	15 16	18 5[illegible]
1.25	3 30	4 59	6 28	9 26	12 24	15 2[illegible]
1.50	3 6	4 21	5 35	8 3	10 32	13 0[illegible]
1.75	2 51	3 55	4 59	7 6	9 13	11 21
2.00	2 42	3 37	4 33	6 25	8 16	10 7
2.25	2 36	3 25	4 15	5 54	7 33	9 1[illegible]
2.50	2 32	3 17	4 1	5 30	6 59	8 2[illegible]
3.00	....	3 7	3 44	4 58	6 13	7 27
3.50	....	....	3 35	4 39	5 43	6 46
4.00	....	....	....	4 28	5 24	6 19
4.50	....	....	....	4 22	5 11	6 1
5.00	....	....	....	....	5 4	5 49
5.50	....	....	....	....	....	5 41
6.00	....	....	....	....	....	5 37

TABLA XIII.

Dimensiones de una hoja de papel de dibujo forrada (30" × 52") resadas en millas náuticas, para las escalas diferentes.

ESCALA	MILLAS NÁUTICAS	
	Anchura	Lonjitud
1/5000	2 1/16	3 9/16
1/10000	4 1/8	7 1/8
1/15000	6 3/16	10 11/16
1/20000	8 1/4	14 1/4
1/25000	10 5/16	17 13/16
1/30000	12 3/8	21 3/8
1/40000	16 1/2	28 1/2
1/50000	20 5/8	35 5/8
1/60000	24 3/4	42 3/4
1/80000	33	57
1/100000	41 1/4	71 1/4
1/200000	82 1/2	142 1/2
1/300000	123 3/4	213 3/4
1/400000	165	285
1/500000	206 1/4	356 1/4
1/600000	247 1/2	427 1/2
1/800000	330	570
1/1000000	412 1/2	712 1/2
1/1200000	495	855

TABLA XIV.

Lonjitud de una milla náutica en cada una de las escalas dadas.

ESCALA	MILLA NAUTICA Centímetros
$\frac{1}{1200}$	154.44
$\frac{1}{2400}$	77.22
$\frac{1}{4800}$	38.61
$\frac{1}{5000}$	37.06
$\frac{1}{10000}$	18.53
$\frac{1}{15000}$	12.36
$\frac{1}{20000}$	9.27
$\frac{1}{30000}$	6.18
$\frac{1}{40000}$	4.63
$\frac{1}{50000}$	3.71
$\frac{1}{60000}$	3.09
$\frac{1}{80000}$	2.32
$\frac{1}{100000}$	1.85
$\frac{1}{200000}$	0.93
$\frac{1}{400000}$	0.46
$\frac{1}{1000000}$	0.18
$\frac{1}{1200000}$	0.15

TABLA XV.

Barómetros ingleses i métricos.

ESCALAS		ESCALAS		ESCALAS	
Pulgadas	Milímetros	Pulgadas	Milímetros	Pulgadas	Milímetros
25.2	640	27.2	691	29.2	742
25.3	643	27.3	693	29.3	744
25.4	645	27.4	696	29.4	747
25.5	648	27.5	698	29.5	749
25.6	650	27.6	701	29.6	752
25.7	653	27.7	704	29.7	754
25.8	655	27.8	706	29.8	757
25.9	658	27.9	709	29.9	759
26.0	660	28.0	711	30.0	762
26.1	663	28.1	714	30.1	765
26.2	665	28.2	716	30.2	767
26.3	668	28.3	719	30.3	770
26.4	670	28.4	721	30.4	772
26.5	673	28.5	724	30.5	775
26.6	676	28.6	726	30.6	777
26.7	678	28.7	729	30.7	780
26.8	681	28.8	732	30.8	782
26.9	683	28.9	734	30.9	785
27.0	686	29.0	737	31.0	787
27.1	688	29.1	739		

TABLA XVI.

Termómetros: Fahrenheit, Centígrado, Reaumur.

F	C	R	F	C	R	F	C	R
0°	— 17.°8	— 14.2	41°	5°	4°	81°	27°2	21°
1	— 17. 2	— 13.8	42	5.6	4.4	82	27.8	22.2
2	— 16. 7	— 13.3	43	6.1	4.9	83	28.3	22.7
3	— 16. 1	— 12.9	44	6.7	5.3	84	28.9	23.1
4	— 15. 6	— 12.4	45	7.2	5.8	85	29.4	23.6
5	— 15. 0	— 12.0	46	7.8	6.2	86	30.0	24.0
6	— 14. 4	— 11.6	47	8.3	6.7	87	30.6	24.4
7	— 13. 9	— 11.1	48	8.9	7.1	88	31.1	24.9
8	— 13. 3	— 10.7	49	9.4	7.5	89	31.7	25.3
9	— 12. 8	— 10.2	50	10.0	8.0	90	32.2	25.8
10	— 12. 2	— 9.8	51	10.6	8.4	91	32.8	26.2
11	— 11. 7	— 9.3	52	11.1	8.9	91	33.3	26.7
12	— 11. 1	— 8.9	53	11.7	9.3	93	33.9	27.1
13	— 10. 6	— 8.4	54	12.2	9.8	94	34.4	27.6
14	— 10. 0	— 8.0	55	12.8	10.2	95	35.0	28.0
15	— 9. 4	— 7.5	56	13.3	10.7	96	35.6	28.4
16	— 8. 9	— 7.1	57	13.9	11.1	97	36.1	28.9
17	— 8. 3	— 6.7	58	14.4	11.6	98	36.7	29.3
18	— 7. 8	— 6.2	59	15.0	12.0	99	37.2	29.8
19	— 7. 2	— 5.8	60	15.6	12.4	100	37.8	30.2
20	— 6. 7	— 5.3	61	16.1	12.9	101	38.3	30.7
21	— 6. 1	— 4.9	62	16.7	13.3	102	38.9	31.1
22	— 5. 6	— 4.4	63	17.2	13.8	103	39.4	31.6
23	— 5. 0	— 4.0	64	17.8	14.2	104	40.0	32.0
24	— 4. 4	— 3.6	65	18.3	14.7	105	40.6	32.4
25	— 3. 9	— 3.1	66	18.9	15.1	106	41.1	32.9
26	— 3. 3	— 2.7	67	19.4	15.6	107	41.7	33.3
27	— 2. 8	— 2.2	68	20.0	16.0	108	42.2	33.8
28	— 2. 2	— 1.8	69	20.6	16.4	109	42.8	34.2
29	— 1. 7	— 1.3	70	21.1	16.9	110	43.3	34.7
30	— 1. 1	— 0.9	71	21.7	17.3	111	43.9	35.1
31	— 0. 6	— 0.4	72	22.2	17.8	112	44.4	35.5
32	0.	0.	73	22.8	18.2	113	45.0	36.0
33	0. 6	0.4	74	23.3	18.7	114	45.6	36.4
34	1. 1	0.9	75	23.9	19.1	115	46.1	36.9
35	1. 7	1.3	76	24.4	19.6	116	46.7	37.3
36	2. 2	1.8	77	25.0	20.0	117	47.2	37.8
37	2. 8	2.2	78	25.6	20.5	118	47.8	38.2
38	3. 3	2.7	79	26.1	20.9	119	48.3	38.7
39	3. 9	3.1	80	26.7	21.3	120	48.9	39.1
40	4. 4	3.6						

